

國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文

指導教授：張世杰 博士 Shih-Chieh Chang

鴛鴦湖森林生態系地表苔蘚植物對養分循環之影響

Effects of ground bryophytes on nutrient cycling of YYL forest ecosystem



研究生：劉美娟 Mei-Chuan Liu

中華民國九十三年七月

致謝

本研究進行期間，承蒙指導教授張世杰老師悉心教誨與指導，使論文得以順利完成，復蒙林試所王巧萍博士協助實驗工作之進行，並詳加修正初稿，使本論文更加完善，實銘感於心。夏禹九老師不吝指導，並於生活上給予支持與勉勵，台大森林系王立志老師及中央研究院地科所高樹基博士於百忙中參與口試並提供寶貴意見，學生衷心感激。

感謝東海大學林善雄老師協助苔蘚植物之鑑定，開啟學生另一番微觀視野。感謝本所陳添財協助野外調查工作之進行、維管束植物之鑑定及其學名之校正。感謝行政院退輔會森林保育處對研究區長期的管理與維護，中央研究院植物所提供舒適的工作站，及林業試驗所育林系對化學分析儀器的支援，特此致謝。

致青峰、敏如、勻謙、哲民、凱欣、慧君、俐如、桂香等實驗室親愛的洗瓶工及花蓮鬥，謝謝你們的陪伴，在每一個撐著不睡的夜裡、淋雨工作的日子。謝謝佳雯、麗蓉、馨薇、素媚和小小王愍之，溫暖林試所那寒冷的貴儀室及小小疲憊的心靈。謝謝欣懋、逸華等友人的照顧及關心，美娟才有持續加油的氣力。謝謝自資所師長、同學及學弟妹，因有你們的參與，這短短兩年中滿載的回憶才刻畫得完全。

最後，深深感謝我的爸爸、媽媽、爺爺、奶奶、兄姊等親愛的家人，因為你們的鼓勵、照顧、信任及支持，這一路小丫頭才能挺直著腰桿，學習成長。謝謝，我因而為我的一切。

Abstract

Bryophytes usually develop into a noticeable component of forest floor in humid temperate and tropical climates and affect the process of hydrological balance and nutrient cycling through the prominent coverage, biomass and nutrient content. The objectives of this study were to investigate (1) the biomass and nutrient content of forest floor bryophytes, (2) the effects of different bryophytes on canopy throughfall that percolated through them, and (3) the role of forest floor on the hydrological and nutrient budgets in Yuan-Yang Lake forest ecosystem in northeastern Taiwan.

The layer of ground bryophytes of this site has well developed and the coverage was up to 83%. Totally 35 bryophyte species were identified, representing 45% of total number of species of the forest floor plants. The biomass of forest floor plants was $835 \pm 40 \text{ kg ha}^{-1}$, of which the bryophytes accounted for 83% ($695 \pm 38 \text{ kg ha}^{-1}$). The nutrient pool of total carbon, total nitrogen, Ca, K, Mg, Na, and P of forest floor was 375, 14, 3.9, 11.6, 1.0, 0.2, and 2.6 kg ha^{-1} , respectively. Bryophytes accounted for 73-90% of these nutrient stocks.

Bryophyte species of this study were *L. fauriana*, *T. tomentella*, *P. ovalifolia*, *P. latifolium* and *S. palustre*. From July 2003 to May 2004 the total flux of bulk precipitation was 2618 mm, canopy throughfall was 2337 mm, while the total flux of bryophyte leachate (BL) was 1122mm, accounting for 49% of the input precipitation (BI). The chemical composition of BI changed as the precipitation passed through the bryophytes. A part of K^+ , Na^+ , and $\text{NO}_3^- \text{-N}$ in the BI was retained in the bryophytes, while some H^+ , Ca^{2+} , and total N were released from them. Compared with other bryophyte species, *L. fauriana* showed the highest ability to retain $\text{NO}_3^- \text{-N}$, Na^+ , Mg^{2+} and so on, while *P. latifolium* showed the highest ability to retain $\text{NH}_4^+ \text{-N}$.

Ground bryophytes of YYL site retained water (31%), Mn^{2+} (43%), $\text{NO}_3^- \text{-N}$ (35%), and Mg^{2+} (30%) from throughfall, and released H^+ (0.01 kg ha^{-1}), Ca^{2+} (0.2 kg ha^{-1}), and total N (0.8 kg ha^{-1}) into the soil layer. Soil water and ions input were lower through forest floor covered with bryophytes than that through non-bryophytes ground. For this reason, ground bryophytes induced the spatial heterogeneity of soil water input.

Keywords: nutrient cycling, forest floor, bryophyte, biomass, precipitation, sphagnum

摘要

苔蘚植物常以群落形態佔據林地表層，因其利用水分與養分的生理機制不同於維管束植物，且其覆蓋度、生物量與養分含量在某些潮濕的森林生態系中佔有重要比例，因而影響生態系的水文平衡與養分循環甚深。故本研究目的為：（1）調查研究區內地被層之植物種類、覆蓋度、生物量與養分含量（2）針對不同種類苔蘚植物，進行苔蘚滲流水之實驗，比較苔蘚上方穿落水與苔蘚滲流水流量及化學組成之差異（3）配合上述水樣與地被調查資料，估算苔蘚之離子截留、釋放量，藉以瞭解研究區內地被層苔蘚植物對水分及養分收支之影響。

本研究區地被植物種類共計 52 科 62 屬 78 種，苔蘚植物計有 22 科 25 屬 35 種，佔地被植物種數的 45%，其覆蓋度為全部地面的 83%。樣區內地被植物生物量為 $835 \pm 40 \text{ kg ha}^{-1}$ ，苔蘚植物生物量為 $695 \pm 38 \text{ kg ha}^{-1}$ ，所佔地被植物總生物量比例為 83%。地被層總碳、總氮量分別為 375 及 15 kg ha^{-1} ， Ca^{2+} 、 K^{+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 、P 的養分含量分別為 3.9、11.6、1.0、0.2、 2.6 kg ha^{-1} ，其中苔蘚植物養分含量佔總地被養分庫之比例為 73-90%，以上結果顯示苔蘚植物為本研究區地被層極重要之組成份子。

總計 2003 年 7 月至 2004 年 5 月，林外雨總流量為 2618mm，穿落水總流量為 2337mm。苔蘚上方輸入之穿落水總流量約 2135-2393mm（平均 2289mm），存在些微但不顯著之空間變異。苔蘚滲流水總流量平均約 1122mm，東亞指葉蘚、絨蘚、卵葉羽蘚、檜苔、泥炭苔、泥炭苔地墊等地表苔蘚植物截留 41-64%，平均 51%之上方輸入穿落水。五種苔蘚植物可截留 Na^{+} 、 K^{+} 、 Mn^{2+} ，而 tN、 H^{+} 及 Ca^{2+} 有自部分苔蘚層釋出之現象。五種苔蘚對 $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ 皆有明顯截留，其中以東亞指葉蘚的截留能力最高，而檜苔對 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 的截留能力則較佳。

據推估，鴛鴦湖長期生態研究區之地表苔蘚植物於試驗其間共截留 719mm，約 31%的穿落水，及 0.3 kg ha^{-1} 的 Mn^{2+} 、 0.6 kg ha^{-1} 的 $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ 、 0.7 kg ha^{-1} 的 Mg^{2+} 等離子，而有 0.01 kg ha^{-1} 的 H^{+} 、 0.2 kg ha^{-1} 的 Ca^{2+} 及 0.8 kg ha^{-1} 的 tN 自苔蘚層釋出。除了 H^{+} ， $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 、 Na^{+} 、 K^{+} 、 Mg^{2+} 等離子因苔蘚植物之截留而造成土壤輸入離子量較無苔蘚覆蓋處為低。此結果顯示地表苔蘚植物分佈的不均造成土壤離子輸入量的空間異質性。

關鍵字：養分循環、森林地被層、苔蘚植物、生物量、降水、泥炭苔

目錄

1. 前言.....	1
2. 前人研究.....	3
2.1 苔蘚植物與水的關係.....	3
2.2 苔蘚植物對於養分循環的影響.....	5
2.3 環境污染物與苔蘚植物的關係.....	7
2.4 影響苔蘚分佈與生長的环境因子.....	8
3. 材料與方法.....	11
3.1 樣區概述.....	11
3.2 地被植物之種類、生物量與養分含量.....	12
3.3 水樣之收集、化學分析與流量計算.....	15
3.4 研究區離子流量與地表苔蘚離子截留量之計算.....	23
4. 結果.....	24
4.1 地被植物種類及其頻度與覆蓋度.....	24
4.2 地被植物之生物量.....	27
4.3 地被植物之養分含量.....	29
4.4 BP、TF、BI、BL 之總流量及化學組成.....	35
4.5 BI 輸入總量與 BL 輸出總量.....	42
4.6 苔蘚植物之截留總量與單位乾重之截留能力.....	44
4.7 研究區之水分及養分收支.....	47
5. 討論.....	51
5.1 地被植物之物種豐富度.....	51
5.2 地被植物之生物量.....	52
5.3 地被植物之養分濃度.....	53
5.4 地表苔蘚植物之降水截留蒸發.....	54
5.5 苔蘚對穿落水組成之影響.....	55
6. 結論.....	57
7. 參考文獻.....	58

圖目錄

圖 1	研究區樣線示意圖，以 A-4902 為例。.....	13
圖 2	(A)苔蘚滲流水收集器；(B)苔蘚上方輸入穿落水收集器。.....	17
圖 3	鴛鴦湖森林地被層木本、草本、蕨類、苔蘚植物之相對組成與相對生物量。.....	24
圖 4	鴛鴦湖森林地被層苔蘚植物、蕨類、草本、木本之養分濃度及 C/N、N/P 比。.....	31
圖 5	鴛鴦湖森林地被層苔蘚植物、蕨類、草本、木本其養分含量佔地被層養分總量之比例。.....	34
圖 6	六種苔蘚滲流水之總流量。.....	35
圖 7	BP 及 TF 之導電度。.....	37
圖 8	卵葉羽蘚上方穿落水及其滲流水之化學組成，以 H^+ 、 CA^{2+} 為例。.....	40
圖 9	卵葉羽蘚上方穿落水及其滲流水之化學組成，以 NO_3^- -N、 FE^{3+} 為例。.....	41
圖 10	不同種類苔蘚之離子截留能力。.....	46
圖 11	鴛鴦湖森林生態系於 2003 年 7 月至 2004 年 5 月之水分收支。.....	48
圖 12	鴛鴦湖森林生態系不同地表狀況之土壤離子輸入量。.....	50

表目錄

表 1 鴛鴦湖森林地被層植物種類及其頻度與覆蓋度。.....	26
表 2 單塊小樣區之物種數與生物量。.....	27
表 3 鴛鴦湖森林地被層苔蘚、蕨類、草本及木本植物之生物量與其所佔地表總生物量之比例。.....	28
表 4 鴛鴦湖森林地被層各種植物之養分濃度及 C/N、N/P 比。.....	32
表 5 鴛鴦湖森林地被層植物之生物量與養分含量。.....	33
表 6 BP、TF、BI 之平均離子濃度及電荷平衡。.....	38
表 7 BI、BL 之平均離子濃度及電荷平衡。.....	39
表 8 BI 輸入總量與 BL 輸出總量。.....	43
表 9 苔蘚植物之離子截留量。.....	45
表 10 鴛鴦湖森林生態系於 2003 年 7 月至 2004 年 5 月之養分收支。.....	49
表 11 不同森林生態系之地被層苔蘚生物量。.....	53

縮寫表列

BI：苔蘚上方穿落水 Bryophyte input

BL：苔蘚滲流水 Bryophyte leachate

BP：林外雨 Bulk precipitation

br1：東亞指葉蘚

br2：絨蘚

br3：卵葉羽蘚

br4：檜苔

br5a：泥炭苔

br5t：泥炭苔地墊，包括泥炭苔活體與非綠色部分

conc.：濃度 concentration

cond.：導電度 conductivity

main-B：研究區中被東亞指葉蘚、絨蘚、卵葉羽蘚、檜苔及泥炭苔所覆蓋之地表

non-B：無苔蘚植物所覆蓋之地表

other-B：被東亞指葉蘚等五種苔蘚以外之其他苔蘚所覆蓋之地表

RT：截留 retention

TF：穿落水 throughfall

tN：總氮 total Nitrogen

1. 前言

森林地被層 (forest floor) 包含地被植物 (forest floor plants) 與枯落物 (litter)，而地被植物則包括維管束植物 (vascular plants) 及無維管束植物 (non-vascular plants)。森林地被層是森林生態系的重要結構，影響森林生態系的水文平衡 (Putuhena and Cordery, 1996; Schaap *et al.*, 1997) 與養分循環 (Reiners and Reiners, 1970; Yarie, 1980) 甚深。對於森林地被層的演替 (succession) (Alaback, 1982) 及其與環境因子 (如光度、養分、土壤濕度、植群等) 之間的關係，亦多有研究報告發表 (Gonzalez-Hernandez *et al.*, 1998; Hardtle *et al.*, 2003; Kume *et al.*, 2003)。

除了木本、草本、蕨類等維管束植物外，苔蘚 (bryophyte)、地衣 (lichen) 等無維管束植物亦為森林地被層的重要組成份。苔蘚植物的分佈極廣，在熱帶雨林、霧林、及溫帶落葉林，其生物量 (biomass) 與種類尤為豐富。在一些潮濕的森林生態系中，苔蘚植物常以墊狀 (mats) 的群落形態佔據林地表面層，其覆蓋度 (coverage) 甚至可達森林地被層的 62% (Delucia *et al.*, 2003)。Yarie (1980) 比較三個不同潮濕程度的森林生態系地被植物覆蓋度與生物量的差異，結果發現三者當中以主冠層 (overstory) 生物量最少的 Vaccinio-Tsugetum mertensiana 森林其地被植物覆蓋度及生物量最高，而三者地被層苔蘚植物的覆蓋度約 22.7-35.2%，生物量則佔地被植物之 12-27%。Rieley *et al.* (1979) 在英國北威爾斯橡樹森林所做的研究結果顯示，苔蘚植物的生物量佔當地森林地被層的 85-91%，養分含量則佔 85-95%。由此可知，苔蘚植物在某些森林地被層中扮演相當重要的角色。

苔蘚植物常以群聚狀之生活型累積於森林地表，因其可增加降水的截留蒸發 (interception loss) 而影響生態系水文平衡的過程 (Price *et al.*, 1997)。此外，當雨水穿過苔蘚植物時，會因為苔蘚的吸收、離子交換與淋洗作用等等而導致雨水化學組成的改變 (Rieley *et al.*, 1979)，所以地表苔蘚植物對於森林生態系來說，不僅調控水文平衡的某些環節，也影響生態系中養分循環的過程。因為苔蘚植物對水分、養分的截留 (Rincon and Grime, 1989) 及利用 (Virtanen *et al.*, 2000; Tyler *et al.*, 1995) 與其形態及生理生態的特徵 (ecophysiological characteristics) 有密切的關係，所以不同種類的苔蘚植物對於生態系的生物地理化學循環有不同的影響。

台灣地處熱帶至亞熱帶，豐沛的雨量與多樣的植被帶使得本島的苔蘚植物種類非常豐富，截至目前為止已記錄到的蘚類(liverwort)植物有 487 種，而苔類(moss)植物則高達 900 種以上。惟目前台灣地區對於苔蘚植物仍多致力於傳統分類學上的研究 (Lai, 1977; Lin and Yang, 1992)，而對於苔蘚植物與生態系養分循環的關係則鮮有著墨。鴛鴦湖長期生態研究區 (Yuan-Yang Lake long-term ecosystem research site, YYL site) 為一典型之雲霧森林，潮濕的環境加上枯倒木所提供多樣化之微環境，使研究區內的苔蘚植物分佈甚豐，本研究之調查項目包括 (1) 研究區內 30cm 以下地被層之植物種類、覆蓋度、生物量，並測定其養分含量 (2) 針對不同種類苔蘚植物進行苔蘚滲流水之實驗，比較苔蘚上方穿落水與苔蘚滲流水其流量與化學組成之差異，藉以探討不同種類苔蘚植物對養分循環之影響 (3) 配合水樣與地被調查之結果，估算研究區內地表苔蘚植物之離子截留、淋出量，以期瞭解地表苔蘚植物對於鴛鴦湖森林生態系水分及養分收支之影響。

2. 前人研究

2.1 苔蘚植物與水的關係

水，是控制苔蘚植物分佈與生長極重要的環境因子。大部分的苔蘚植物個體矮小，缺乏維管束組織，沒有真正的根系，所以無法直接從土壤獲取水分，且其葉部多為單層細胞之構造，缺乏氣孔與角質層（cuticle），控制水分的能力非常有限，所以往往生長在潮濕的環境當中。苔蘚植物為提高對水分的吸收，大多數喜匍匐生長，以增加植物體與基質和大氣的接觸面積。大部分的苔蘚屬於外導水型（ectohydric）的植物，依賴大氣水分與養分的供應甚深。外導水型的苔蘚植物常以墊狀群聚的型態叢生，藉由葉與葉或植物體與植物體之間的毛細作用以增加對水分及養分的截留吸收。除了外導水型苔蘚植物外，也有一些內導水型（endohydric）的苔蘚植物（如金髮苔科，Polytrichaceae）除了葉部具有角質層可減少水分的散失，更特化出良好的內部輸水系統，以幫助體內水分的輸導（Proctor and Tuba, 2002）。

2.1.1 降水的截留蒸發

苔蘚植物的種類很多，形態各異，因而截留與控制水分流失的能力也有所差異（Rincon and Grime, 1989）。Price *et al.*（1997）為期一年的研究結果指出，呈墊狀群聚的地表苔蘚植物 *Pleurozium schreberi*，平均截留 23% 的穿落水，使其蒸發逸失。不只是地表苔蘚植物，附生性苔蘚植物（epiphytic bryophytes）對於水分的截留亦相當可觀。Chang *et al.*（2002）在鴛鴦湖自然保留區此一山地雲霧森林所做的研究結果指出，每克乾重的附生性苔蘚植物每個小時可截留 0.63 克的雲霧沉降（fog deposition），就全林份來說相當於每小時 0.17 公釐。由此可知，不管是地表或是附生性苔蘚植物，其對於生態系降水的截留蒸發皆有相當之貢獻。

2.1.2 微棲地水文狀況對苔蘚植物的影響

因為水和苔蘚植物的生長有密切的關係，所以微棲地（microsite）的水文狀況影響苔蘚生長速率及分佈亦深。Price *et al.*（1997）的研究指出，幹流水與樹冠截留造成穿落水水量的空間變異，明顯地影響地表苔蘚植物的分佈及生長狀況。Busby *et al.*（1978）曾比較生長在泥沼地的 *Tomenthypnum nitens* 及生長在排水較佳處塔苔

(*Hylocomium splendens*, 一種羽狀苔類)的生長狀況,研究結果顯示,*Tomenthypnum nitens* 的淨生產力 (net productivity) 平均為 190 g m^{-2} , 較塔苔的 79 g m^{-2} 高出兩倍之多。Busby *et al.* (1978) 推論,對於生長在排水較佳處的塔苔來說,降雨頻度與蒸發逆壓 (evaporation stress) 是限制其生長速率的重要因子,而對於生長在泥沼地的 *Tomenthypnum nitens* 來說,地下水位的季節性變化及其後續所帶來蒸發逆壓則影響較深。Bisbee *et al.* (2001) 在北美雲杉林之研究亦指出,泥沼地地下水位的高低明顯影響泥炭苔的生長,此外,該生態系中的羽狀苔類因其適存的潮濕範圍較大,而有較高的覆蓋度。

由於微棲地的人文狀況明顯地影響苔蘚植物體內的含水率,因而影響其光合作用的進行。Davey (1997) 在南極進行的研究指出,隨著苔蘚植物體內的含水率降低,總光合作用 (gross photosynthesis) 會急遽下降,甚至比呼吸速率 (respiration rate) 還低,使得其淨光合作用 (net photosynthesis) 從正值降低為負值,而後趨為零。其研究亦指出,生長在中、濕生微環境中的苔蘚植物可維持較佳的光合作用效率,而乾生環境的苔蘚植物則受限於水分的供應。Delucia *et al.* (2003) 在紐西蘭溫帶雨林所做的研究指出,物種差異及水分限制可能是造成當地森林地被層苔蘚植物生產力較北方溫帶森林為低的主要原因。

2.1.3 苔蘚植物對乾旱的適應機制

過多的水分流失會影響植物體內正常的生理代謝作用,例如一些重要的酵素會失去活性、蛋白質的合成能力喪失等,因而導致植物的死亡 (Lambers *et al.*, 1998)。苔蘚植物控制體內水分的能力非常有限,所以在長期的演化過程中,有特化之形態與生理特徵來適應乾旱 (desiccation) 此環境壓力 (Proctor and Tuba, 2002)。很多苔蘚植物可以透過葉片的捲曲、折疊,或改變葉片的方向以減少水分的蒸發,例如某些內導水型苔蘚植物的葉片具有角質層可防止水分流失,而有些外導水型苔蘚植物葉片則藉由毛狀葉尖反射入射的光照以減少水分的蒸發 (Proctor and Tuba, 2002)。更進一步的,苔蘚植物發展出墊狀 (mat)、毯狀 (carpet)、叢狀 (colony) 等群聚生長的方式,藉此除了可以提高毛細管水的吸附外,還可以減少空氣在葉表面的流動以減少蒸發 (吳, 1998)。

在生理的適應上，苔蘚植物則多採取變濕性策略 (poikilohydric strategy)，即在乾旱時期減緩或停止其代謝活動而進入休眠狀態，藉以維持胞器的完整及功能，而在回濕 (rewetting) 時迅速啟動生理代謝作用，所以可視為耐旱植物 (desiccation-tolerant plants, DTP)。例如一般苔蘚在乾燥的休眠時期會分解細胞體內的葉綠素，回濕的時候再迅速合成以進行光合作用，表現出變濕性葉綠體耐旱植物 (Poikilochlorophyllous desiccation-tolerant plant, PDT plant) 的重要特徵 (Bates, 1997)。大部分的苔蘚植物具有 Poikilochlorophyllous 此特殊能力，唯其耐旱能力則依種類而異。Proctor and Tuba (2002) 整理文獻後指出，耐旱苔蘚植物可存活在水勢範圍很大的環境當中 (-400 到 0MPa)，但 -100 到 -300MPa 是最利其生長的水勢範圍。Oliver and Bewley (1984, 1997) 比較苔蘚與維管束植物的乾燥反應後說明，相較於維管束植物抵禦乾旱的保護措施 (protection systems)，一般苔蘚植物對於乾燥逆壓所採取的是修復機制 (repair-based mechanism)，意即在回濕的時候迅速合成葉綠素以進行光合作用。但即使如此，太過長期的乾旱仍會導致苔蘚植物生理代謝回復能力的喪失而死亡 (Protor, 2001)。

2.2 苔蘚植物對於養分循環的影響

苔蘚植物缺乏如維管束植物之根系輸導組織，無法直接從土壤獲取所需資源，所以非常倚賴大氣沈降之水分與養分 (Bates, 1993; Bates, 1987)，也因為苔蘚植物可從大氣沈降中將養分固定下來，故而可為森林生態系增加養分的總貯存量。當雨水穿過苔蘚植物時，會因為苔蘚的吸收、離子交換與淋洗作用等導致雨水化學組成的改變 (Rieley *et al.*, 1979)，因而影響生態系中的養分循環的過程。

2.2.1 增加生態系的養分貯存量

苔蘚植物可經由許多途徑獲取生長所需要的資源，而增加森林生態系的養分貯存，其中大氣沈降是最為重要的來源 (Bates, 1993; Bates, 1987)。以氮素為例，大部分苔蘚植物可藉由降水得到氮素，而有些苔蘚植物，如塔苔，則可以直接利用大氣中的氨 (NH_3) (Eckstein, 2000)；另外，如泥炭苔 (*Sphagnum*) 藉由與藍綠藻的共生而利用藍綠藻從大氣中所固定的氮 (Aldous, 2002)，而許多蘚類植物則可

與菌根菌共生以獲取氮素（吳，1998）。

由於苔蘚植物本身的有機成分與高群聚密度使其分解不易，使得大量的苔蘚地墊成為生態系中養分的匯積處（nutrient-sink）（Zackrisson *et al.*, 1997）。在北方溫帶森林中，由於苔蘚植物熱傳導性不佳，使得土壤溫度無法提升，限制微生物的活力與分解速率，因而累積大量苔蘚地墊（Berg, 1984）。相對的，在熱帶雨林高溫的環境則有助於苔蘚枯落物分解速率的提高，使其生物量之重要性相對降低（Swift *et al.*, 1979）。此外，不同種類的苔蘚植物其分解速率有所差異，因而導致養分聚積量的差異（Rochefort *et al.*, 1990）。在某些潮濕的森林中，地被層苔蘚植物的生物量與養分含量可達地被層總量的 85-91%（Rieley *et al.*, 1979）。不僅僅是地被苔蘚，附生性苔蘚植物的生物量及養分含量亦相當顯著，例如 Hsu *et al.*, (2002) 在福山試驗林之調查結果顯示，附生性苔蘚植物的生物量佔附生植物的 50% 以上，哥倫比亞山地霧林帶的附生性苔蘚植物的養分含量佔附生植物的 18-28%（Hofstede *et al.*, 1993），此外 Nadkarni (1984) 於哥斯大黎加雲霧森林之調查結果指出，當地附生性苔蘚植物的生物量雖然不多，僅佔森林所有葉部生物量的 2%，但其養分含量卻佔葉部養分含量的 45%。

不僅是生物量的累積，地被層苔蘚植物亦可攔截大量枯落物，以增加森林地被層的養分聚積（Wilson and Coxson, 1999）。Bowden (1991) 在美國 Hubbard Brook 實驗林估算氮量輸出與輸入之研究發現，移除群聚性金髮苔屬（*Polytrichum*）的苔蘚植物會導致氮輸出量的增加，而待苔蘚群落逐漸回復，生態系之氮累積量隨之增加。歸納上述研究結果可知，森林生態系中苔蘚植物群落的建立，除了本身生物量的累積外，亦有助於土壤有機物的增加，進而促進森林地被層養分的聚積。而苔蘚植物群落的拓殖，使得更多的養分從大氣沉降中被固定下來，此兩個正向的回饋機制均有助於生態系養分的聚積。

2.2.2 改變穿落水的化學組成

當雨水穿過苔蘚植物時，會因為苔蘚的吸收、離子交換與淋洗作用將導致雨水化學組成改變。外導水型的苔蘚植物，如泥炭苔、塔苔等，其細胞表面的陽離子交換能力（cation exchange capacity, CEC）非常高，可改變穿落水的化學組成（吳，

1998)。由於苔蘚植物對礦質養分的選擇性吸收及各個離子吸附於苔蘚細胞部位的不同，則可能導致離子淋出量的差異，而使得苔蘚滲流水化學組成有所不同。Rieley *et al.* (1979) 的研究指出，當雨水穿過苔蘚層，其中的 K^+ 、 N 及 Ca^{2+} 會被吸收， Mg^{2+} 則被淋出，對於 NH_4^+ 、 NO_3^- 的吸收則依苔蘚種類有所不同。一般來說，苔蘚對 K^+ 是主動性的吸收，因而在體內維持穩定的含量。而據 Li and Glime (1990) 的研究，雖然泥沼地所含 Ca^{2+} 量甚高，但生長在此生育地中的泥炭苔其 Ca^{2+} 含量卻較少，此結果顯示泥炭苔對 Ca^{2+} 的選擇性吸收。

苔蘚滲流水化學組成的變化亦與降雨強度、頻度，及乾燥時間的長短有關。Wilson and Coxson (1999) 的研究結果顯示，當環境回濕的時候，原本處於休眠狀態的苔蘚植物生理代謝作用重新啟動，使得苔蘚滲流水中的總有機碳 (total organic carbon, TOC) 及 K^+ 含量變多，且比較不同時期之降雨量與 TOC 及 K^+ 的釋放量的關係可知，TOC 及 K^+ 的釋放量與降雨量明顯呈現正相關，所以苔蘚植物改變雨水化學組成的程度與氣候狀況有著密切的關係。

2.3 環境污染物與苔蘚植物的關係

由於苔蘚植物特殊的型態構造與生物學特性使其對空氣污染物（如二氧化硫、氟化氫、一氧化氮等）的反應相當敏感，所以苔蘚植物常常被當作空氣污染的生物性指標 (bioindicator)，因而空氣污染與苔蘚植物之相關研究亦有許多報告可供參考 (Bates, 1993；Bharali and Bates, 2002)。

2.3.1 苔蘚植物與酸沈降

當大氣中過多的氮、硫隨著雨水形成酸沈降進入生態系，將使得苔蘚植物的生長受到抑制 (Salemaa *et al.*, 2004)，而苔蘚植物體養分含量 (K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}) 亦會降低 (Farmer *et al.*, 1991)。Pearce *et al.* (2003) 及 Wynn and Woodin (2001) 的研究指出，每年每公頃 10 kg 的氮為苔蘚植物的臨界負荷量 (critical load)，超過此門檻值將不利於苔蘚的生長，但此臨界負荷量的值並非絕對，其他離子（如磷）含量的影響亦深 (Mäkipää, 1998)。植物體中氮磷濃度的比例 (N:P) 會影響其分解速率，植物體的氮磷比愈高，其分解速率越快，所以過多的氮輸入可能會使得原

本累積碳素功能甚強的森林生態系轉變為碳素釋放 (C-emitting) 的來源，導致溫室效應加劇。

2.3.2 截留重金屬離子

重金屬污染的環境壓力亦不利於苔蘚植物的生長。重金屬離子進入苔蘚植物體內，通常累積在細胞內部 (intracellular)、細胞外部 (extracellular) 及細胞間隙 (intercellular) 中 (Brown, 1982)，因而影響其他離子的分佈。暴露在重金屬污染環境中的苔蘚植物往往生長狀況不良 (Samecka-Cymerman and Kempers, 1998; Fernández *et al.*, 2002; Couto *et al.*, 2004)，且同樣處於污染環境中，苔蘚植物體內的重金屬 (Fe、Zn、Mn、Cu、Ni、Cd、Pb) 含量較其他維管束植物為高，Cu 的含量甚至高達 8-10 倍 (Salemaa *et al.*, 2004)。據 Vázquez *et al.* (1999) 的研究，當重金屬離子進入苔蘚體內，會改變細胞膜的通透性而使得原本存在於細胞內部的 K^+ 釋出，且重金屬離子取代細胞外 Mg^{2+} 的鍵結位置 (cation-binding sites) 導致苔蘚植物流失 Mg^{2+} 。但並不是所有苔蘚植物的反應皆如此，因為重金屬離子對不同種類苔蘚的親和能力並不一致。藉由乾沈降 (dry deposition) 進入苔蘚層之中的重金屬離子不一定與細胞鍵結，有時候僅沾附於植物體的表面，可能會隨著降水的淋洗而離開植物體表面 (Zechmeister *et al.*, 2003a)。

2.4 影響苔蘚分佈與生長的環境因子

影響苔蘚植物分佈與生長的環境因子很多，包括非生物因子與生物因子兩大部分。非生物因子除了水分與養分，光線、溫度外，基質的影響亦不可忽視。此外，據 Rincon and Grime (1989) 的研究，不同種類的苔蘚植物對於生長策略 (增加個體數、增加生物量、增加莖的長度) 的選擇有所不同，所以生物因子中除了苔蘚植物與維管束植物的交互作用 (如競爭、互利)，以及苔蘚植物本身對於族群密度的調整方式外，苔蘚植物本身生長策略的差異亦為重要之影響因子。

2.4.1 光度與溫度

一般來說，苔蘚植物的光補償點很低，因而苔蘚植物在低光度的環境下即可

生長，且過度的光照會抑制光合色素的形成，影響苔蘚植物的生長。部分苔蘚可以適應光度較高的環境，可能是由於本身的耐旱能力較強，也可能是因為微環境因子的調節（如維管束植物的遮蔭、較高的濕度等）緩和了強光的直接傷害（Busby *et al.*, 1978），使得苔蘚植物可以生長其中。苔蘚植物的溫度界限主要是指其光合作用的溫度範圍。一般說來苔蘚植物光合最適溫度介於 5-20°C，但其範圍則依苔蘚種類及其含水量而有所變動（吳，1998）。

2.4.2 基質

影響苔蘚分佈與生長的環境因子可從不同的尺度來討論。大尺度上以氣候條件及歷史因素的影響最為重要，縮小尺度來說，地理環境的差異（Berg *et al.*, 2002）、土地利用的強度（Zechmeister *et al.*, 2003b）、森林的年齡及結構（Lesica *et al.*, 1991；Humphrey *et al.*, 2002）等因子則更為突顯。若以微環境的尺度來看，生長基質的多樣與否（Mcalister, 1995）、光線及濕度的變化（Berg *et al.*, 2002）則成為極關鍵之影響因子。苔蘚植物可生長於岩石、土壤、朽倒木等種種基質之上，對於森林地表苔蘚植物來說，增加森林中生長基質的多樣性（substrate diversity）可以增加苔蘚植物的物種豐富度，如枯朽木（decaying logs、deadwood）、老樹殘株（stumps）、倒木折枝（treefall）、木質殘塊（coarse woody debris, CWD）等等，可增加苔蘚的物種豐富度（Kennedy and Quinn, 2001；Kimmerer and Young, 1996；Jonsson and Esseen, 1990）。對於附生性苔蘚植物來說，複雜的林冠結構（canopy structure）與樹幹胸高直徑增加，均有利於物種豐富度及生物量的增加（Acebey *et al.*, 2003；Kantvilas and Jarman, 2004）。Guo and Berry（1998）與 Bergamini *et al.*（2001）之研究則發現，在均質的微環境中，物種豐富度與生物量間沒有一定的關係，但當環境的異質性增加，將會使得物種豐富度與生物量之間的關係呈現單一波峰（unimodal or hump-shaped）的曲線關係。

基質之 pH 值亦影響苔蘚植物之生長狀況。Stephenson *et al.*（1995）研究溪流酸鹼度對水生苔蘚植物群落之研究結果顯示，苔蘚物種數的減少與溪水 pH 值的降低有顯著正相關，當溪水 pH 降至 3.15 時，已經沒有苔蘚植物可生長於此溪流中。不同於一般苔蘚植物，生長在泥炭地中的泥炭苔向來表現出喜酸的特性，其分佈狀

況往往可反應微環境基質的酸鹼梯度 (Bragazza and Gerdol, 2002)。雖然泥炭苔喜歡生長在較酸的環境，但是過度的酸化仍會抑制其生長 (Rocheftort *et al.*, 1990)。

2.4.3 生物因子

一般來說，維管束植物與苔蘚植物競爭水與養分而不利於苔蘚植物的生長 (Virtanen *et al.*, 2000)，但 Sedia and Ehrenfeld (2003) 則指出其兩者間的競爭關係並非絕對，更甚者，苔蘚植物的地墊可提供維管束植物種子良好的生長環境，而有利於林份的更新 (Parker *et al.*, 1997; Liao *et al.*, 2003)。苔蘚群落常常是許多不同種類及生活型的鑲嵌體，所以一般來說苔蘚植物之間的競爭關係並不明顯；相反的，因為群聚混生的生長方式更有利於水分與養分的截留，生長於其中的苔蘚植物反而因此受惠 (McAlister, 1995)，但 Zamfir and Goldberg (2000) 認為苔蘚植物群落如同人類社會的人口壓力，亦有密度過高的問題，且在面對密度過高的生長壓力，苔蘚植物自有其控制群落密度的方式，例如塔苔可藉由減少分枝 (branching) 的方式減緩高密度的生長壓力 (Økland and Økland, 1996)。

3. 材料與方法

本研究進行 100 塊小樣區 (25×25cm²) 地被植物之調查與採樣，藉以瞭解鴛鴦湖長期生態研究區之地被植物種類、覆蓋度與生物量。並測定植物體之主要養分濃度，比較不同植物其養分濃度之差異，並估算研究區地被之主要養分存量。

為瞭解穿落水經過苔蘚植物是否發生改變，不同種類的苔蘚植物對於穿落水的影響是否有所不同，因此本研究收集不同種類苔蘚之苔蘚滲流水及其上方穿落水，比較兩種降水之差異藉以探討不同苔蘚植物對穿落水之影響。之後配合水樣及地被調查結果，估算地表苔蘚植物對於本研究區水文及養分收支之影響。

3.1 樣區概述

本研究區距鴛鴦湖自然保留區約 2.5km，位於 100 號林道 14.5km 南方處 (24°35'N, 121°25'E)，海拔 1670m。鴛鴦湖自然保留區地處台灣東北部，新竹縣尖石鄉、桃園縣復興鄉與宜蘭縣大同鄉的交界處 (24°35'N, 121°24'E)，海拔高度 1650-2432m，面積 374 公頃。年均溫為 13°C (1993 到 2000 年)，年雨量受颱風降雨影響大，從不足 2000 到 5000mm 以上皆有，雲霧籠罩時數高達 3417 小時 (2000 年 7 月至 2001 年 6 月)，將近全年總時數的 40%，且具有季節及日變化，為一典型之雲霧森林 (Chang *et al.*, 2002)。鴛鴦湖自然保留區共有 185 種維管束植物，分屬 71 科 115 屬 (Chou *et al.*, 2000)，以台灣扁柏 (*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*) 最為優勢，台灣杜鵑 (*Rhododendron formosanum*) 次之 (Liao *et al.*, 2003)；在苔蘚植物的研究方面則發現有 8 種與 2 變種的苔類植物，及 29 種與 2 亞種的蘚類植物 (Lai, 1977)。

鴛鴦湖長期生態研究區劃設於 2002 年，為 1 公頃 (100m×100m) 之樣區。此地區為林務局所劃設之永久保存林區，曾於 1972 年實施天然下種更新造林作業，至今形成以台灣扁柏為優勢樹種之天然下種更新林，樹齡約在 10-50 年間，現由行政院退除役官兵輔導委員會森林保育處負責管理。本研究區有 17 科 26 屬 33 種的維管束植物，以台灣扁柏最為優勢，其總胸高斷面積佔所有樹種的 81.8%，其他 16 科 25 屬 32 種的闊葉樹中以樟科 (Lauraceae) 及茶科 (Theaceae) 植物所佔比例較高，分別有 6 及 4 種 (陳，2003)。

3.2 地被植物之種類、生物量與養分含量

3.2.1 地被植物之調查、採樣與處理

於研究區內隨機拉設 A、B、C、D、E 共 5 條南北向之 100m 穿越線，以 25cm 為間距在每條穿越線上依序標定編號，於 5 條穿越線共 2000 個樣點中隨機選取 100 個，於 100 個樣點下方框定 25cm×25cm 的小樣區 (plot)，進行地被植物之調查與採樣 (圖 1)。隨機取樣結果計有：A 樣線 24 個點，B 樣線 20 個點，C 樣線 21 個點，D 樣線及 E 樣線則各取 20 及 15 個樣點。

由於本研究的苔蘚上方輸入穿落水收集裝置高度約為 30cm，故將植株高度離地表不超過 30cm 之所有地被植物定義為森林地被層。調查內容包括：地被植物之種類 (包括所有低於 30cm 之灌木、小苗、藤本等木本植物，草本，蕨類及苔蘚植物) 與覆蓋度、苔蘚植物的厚度與生長基質，及上方樹冠鬱閉程度等微環境狀況。記錄完成後，採取小樣區內所有地被植物，裝入封口袋，寫上採樣日期與樣點編號，帶回實驗室處理。所有樣本在處理前均置於 4℃ 冷藏庫保存，需鑑種之苔蘚植物則製作成玻片標本，送請東海大學生物系林善雄教授鑑定。

為測定不同種類地被植物之生物量，所取得植物樣本首先區分為木本 (woody plants)、草本 (herb)、蕨類 (fern)、及苔蘚植物 (bryophyte) 四大類，木本植物則再細分成灌木、小苗與藤本植物，苔蘚植物則依各個種類區分。分類完成之植物樣本挑除枯落物、腐植質與土壤後陰乾。本研究將苔蘚植物綠色部分視為活體，非綠色部分視為非活體，非活體則包括死亡苔蘚及生理活動極低之乾燥苔蘚，故某些苔蘚植物 (如泥炭苔屬) 再區分為綠色 (green) 與非綠色 (non-green) 兩部份。所有處理完成之植物體樣本以 60°C 烘 48 小時後秤其乾重 (dry weight) 並記錄之，其乾重即為生物量。

依據表三所得各物種生物量所佔比例，將所調查地被植物中所佔比例較高者，予以進一步分類測定其養分含量，分類結果如下：木本植物包括紫金牛 (*A. japonica*) 與其他 (other woody)；草本分為間型沿階草 (*O. intermedius*) 與其他 (other herb)；蕨類包括台灣瘤足蕨 (*P. formosana*) 及其他 (other fern)；苔蘚植物則分為東亞指葉蘚 (*L. fauriana*)、絨蘚 (*T. tomentella*)、比賴苔屬 (*Brotherella* spp.)、

鞭蘚屬 (*Bazzania* spp.)、羽蘚科 (Plagiochilaceae)、泥炭苔屬的 *S. palustre*、檜苔的 *P. latifolium* 及其他 (other bryophyte) 八類；另外，並分析苔蘚植物所截留之枯落物 (litter)。

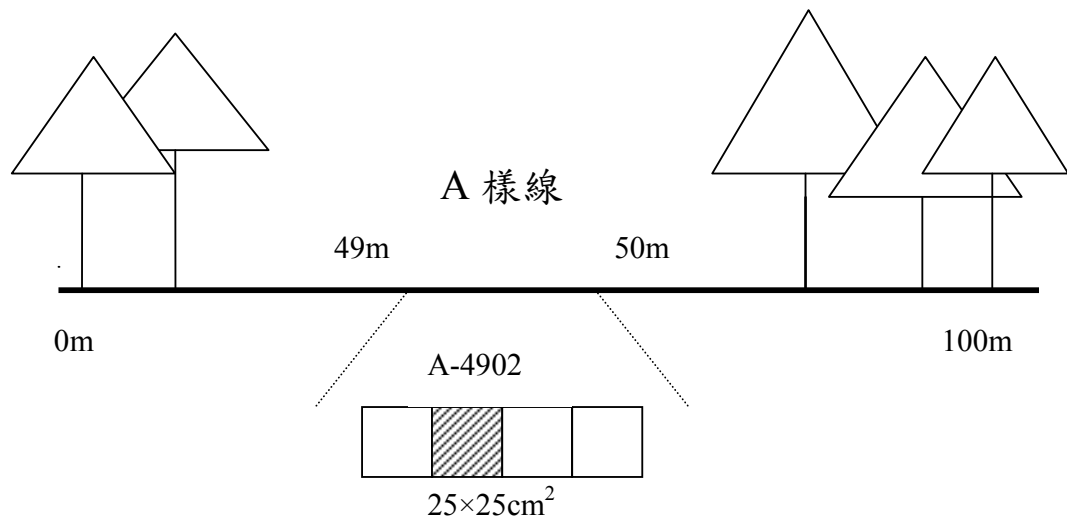


圖 1 研究區樣線示意圖，以 A-4902 為例。

3.2.2 地被植物其頻度與覆蓋度之計算

地被植物之頻度乃指某物種在所取之 100 塊小樣區中出現的次數，亦即該物種出現在幾塊小樣區中；而覆蓋度則是採用目視法估計該物種於小樣區中的覆蓋面積比例，再平均此 100 塊小樣區中該物種的覆蓋度。

3.2.3 植物體之養分濃度測定

陰乾之植物體樣本以滾筒式研磨機磨成細粉，分別以灰化法 (Mehlich, 1992) 及乾燒法 (dry combustion) (Jones and Case, 1990) 測定其 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、P 及全氮 (total N, tN)、全碳 (total C, tC) 濃度。其中灰化法是取 0.5g 細磨成粉之植物體樣本以 $105^{\circ}C$ 烘 24 小時後，以 $490^{\circ}C$ 灰化後使其溶解於 2N 的 HCl，定量為 50ml，再以 $0.45\mu m$ 濾膜過濾後以感應耦合電漿原子放射光譜儀 (Inductively coupled

plasma optical emission spectroscopy, ICP-OES, Jobin-Yvon Horiba group, JY2000, Edison USA) 測定 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、P 之濃度。乾燒法則是取粉狀之植物體樣本，以錫囊包取 2 至 4 mg 之樣品，以元素分析儀 (Elemental analyzer, EA, Thermo Finnigan NA1500, Bremen Germany) 測定碳、氮之濃度。

3.2.4 地被植物平均養分濃度之計算

木本、草本、蕨類、苔蘚之平均養分濃度是以各種地被植物之生物量加權後計算。苔蘚植物之平均養分濃度計算公式如下：

$$[E]_b = \frac{\sum_{bi=1}^n ([E]_{bi} \cdot [B]_{bi})}{[B]_b} \quad \text{公式 1}$$

$[E]_b$ ：苔蘚平均 E 離子濃度

$[E]_{bi}$ ：i 苔蘚 E 離子濃度

$[B]_b$ ：苔蘚生物量

$[B]_{bi}$ ：i 苔蘚生物量

3.2.5 地被養分存量之估算

將各種地被植物之生物量與其養分濃度相乘，即得該物種之養分含量，再將所有地被植物養分含量加總求得地被養分存量。

$$E_{total} = \sum_{i=1}^n ([E]_i \cdot [B]_i) \quad \text{公式 2}$$

E_{total} ：地被 E 離子存量

[E]_i : i 物種 E 離子濃度

[B]_i : i 物種生物量

3.3 水樣之收集、化學分析與流量計算

3.3.1 水樣之收集與處理

本研究收集苔蘚層上方輸入之穿落水 (bryophyte input, BI) 與穿過苔蘚層之滲流水 (bryophyte leachates, BL), 比較兩者化學組成之差異, 藉以探討苔蘚植物對穿落水化學性質之影響。另外, 為持續本長期生態研究區林外雨 (bulk precipitation, BP) 與穿落水 (throughfall, TF) 之長期監測, 並比較 BI 與 TF 之空間變異, 本研究亦收集此兩種降水進行化學分析。3 個林外雨收集裝置距樣區約 500m, 架設於 3.5m 的鐵塔上; 12 個穿落水收集裝置則以 5m 為間隔, 架設於研究區內。林外雨與穿落水之收集裝置詳見陳 (2003) 之試驗設計。

為比較不同種類苔蘚植物對降水化學組成之影響, 本研究選定東亞指葉蘚 (*Lepidozia fauriana*, br1)、絨蘚 (*Trichocolea tomentella*, br2)、卵葉羽蘚 (*Plagiochila ovalifolia*, br3)、檜苔科 (Rhizogoniaceae) 的 *Pyrrhobrum latifolium* (以下簡稱為檜苔, br4)、泥炭苔屬的 *Sphagnum palustre* 等五種群落單純且分佈明顯的苔蘚植物, 收集其下方之滲流水。由於泥炭苔所累積之死亡植物體厚度相當可觀, 所以於其下方亦埋設收集器以收集其滲流水, 藉以瞭解泥炭苔活體與泥炭苔死亡植物體對降水化學組成改變之差異。因此泥炭苔滲流水的收集有兩種, 一為經過泥炭苔活體 (以下簡稱為泥炭苔, 以 br5a 代表) 之滲流水, 另一則是指經過泥炭苔活體及其死亡植物體 (以下簡稱為泥炭苔地墊, 以 br5t 代表) 之滲流水。

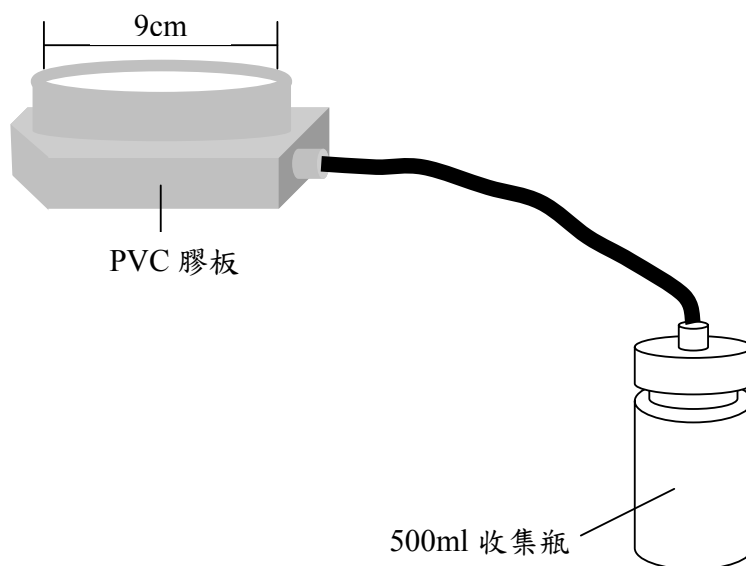
苔蘚滲流水的收集方法是在苔蘚植物體正下方埋設重力式滲流水收集器 (zero-tension lysimeter), 其埋設深度則依苔蘚植物的厚度而有所不同。重力式滲流水收集器是高 1.5cm 之六邊形 (各邊長為 12、9.5、3.5、7、3.5、9.5cm) PVC (poly vinyl chloride) 膠板, 膠板中間為直徑 9cm 的圓形集水區, 內置鋼網過濾雜質, 並有溝槽以利集水 (圖 2)。收集器的出口處接連上塑膠水管 (tygon, Saint-Gobain, USA) 與 500ml 之收集瓶, 將收集瓶置於地勢較低處, 以收集穿過苔蘚植物之滲流

水。塑膠水管中穿以尼龍線破壞管壁的毛細管作用以利收水。每種苔蘚植物之 BL 收集裝置各有四重複。BL 共計 24 個水樣，每兩星期定期收水一次。

為確定量測苔蘚截留 BI 之水量，及其對 BI 化學性質之影響，每一個 BL 收集器上方均設置一個 BI 收集器，其裝設之位置是以苔蘚滲流水收集器為中心，於其半徑 30cm 範圍內架設 1L 之塑膠收集瓶，上方置一以塞套固定之直徑 10cm 的圓形漏斗，並於漏斗內置入紗網以防雜物進入，漏斗開口處離地面高 30cm。整組裝置以三腳架固定，並校正水平。24 個 BI 水樣在收取 BL 時亦同時取樣。

所有水樣取回於工作站中秤重記錄體積後，取約 5ml 之水樣測量導電度及 pH 值 (Con. 340i; pH 340i, WTW, Germany)。剩餘水樣以 0.45 μ m 濾膜 (cellulose acetate, Millipore, USA) 過濾後，取 200ml 分裝於兩個保存瓶，置於 0°C 不透光之冰桶中，送回實驗室進行化學分析。

(A)



(B)

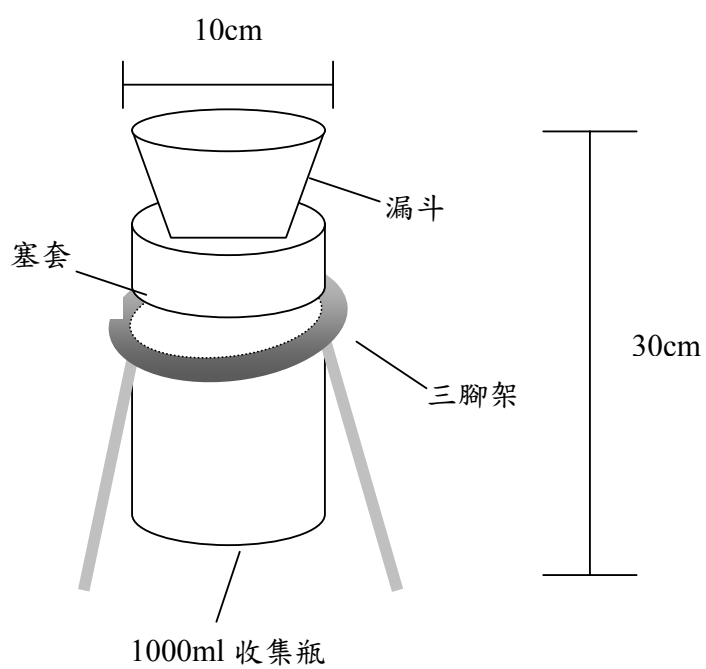


圖 2 (A)苔蘚滲流水收集器；(B)苔蘚上方輸入穿落水收集器。

3.3.2 水樣之化學分析

水樣之 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 以 ICP 進行測定， Cl^- 則是利用呈色法，以分光光度計 (spectrophotometer, SP8001 UV-Vis spectrophotometer, Metertech USA) 測定其濃度。 NH_4^+-N 、 NO_3^--N 、TN 濃度則以自動離子分析儀 (Flow injection analysis, FIA, Lachat QuikChem 8000 series, Milwaukee USA) 測定。 Cl^- 、 NH_4^+-N 、 NO_3^--N 、TN 測定原理分述如下：

- Cl^- ： $2 Cl^- + Hg(SCN)_2 \rightarrow HgCl_2 + 2SCN^-$ ， $SCN^- + Fe^{3+} \rightarrow Fe(SCN)^{2+}$ ，應用上述化學反應式，偵測 $Fe(SCN)^{2+}$ 在 460nm 的吸收值。反應液為 Mercury (II) thiocyanate solution，及 6% 的 Iron (III) nitrate solution。Mercury (II) thiocyanate solution 的配製，取 1g 的 $(Hg(SCN)_2)$ 使其溶解於 1000ml 的 ethanol (C_2H_5OH)，置於褐色瓶內保存，室溫下靜置 24 小時。Iron (III) nitrate solution 的配製，取 6g 的 Iron (III) nitrate nonahydrate ($Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$) 使其溶解於 100ml 的 Perchloric acid ($HClO_4$)，靜置 24 小時。Perchloric acid 的配製是以 1:1 的比例混合 72 % 的 perchloric acid 及純水。此方法適用於 Cl^- 濃度介於 0.05-5 ppm 的水樣。測定方法，取 1ml 的水樣，加入 0.2ml 的 Mercury (II) thiocyanate solution 及 0.08ml 的 Iron (III) nitrate solution，混合均勻後靜置 20 分鐘，測量 460nm 之吸收值 (Iwasaki, *et al.*, 1952; Zall, *et al.*, 1956)。
- NH_4^+-N ：此方法是根據 Berhelot 反應。Ammonia (NH_3) + 酚鹼類 (Alkaline phenol, 如 Sodium phenolate) 而後跟次氯酸鈉 (Sodium hypochlorite) 反應 + 亞硝基亞鐵 + 氯化鈉 (Sodium nitroprusside) 增加靈敏度 \rightarrow 靛藍色 $\rightarrow 60^\circ C \rightarrow 630nm$ 測吸收度。反應液為 Salicylate/Citrate Mixed 及 Sodium Dichloroisocyanurate (D.C.I.C.)。Salicylate/Citrate Mixed 的配製，取 700ml 的去離子水，加入 34g 水楊酸鈉 ($2-(OH)C_6H_4CO_2Na$)，再加入 40g 檸檬酸鈉 ($C_6H_5Na_3O_7$)，沈澱，再加入 0.4g sodium nitroprusside ($Na_2Fe(CN)_5NO \cdot 2H_2O$)，定量至 1000ml，上下倒轉混合均勻，保存於褐色瓶內。D.C.I.C. 配製，取 500ml 去離子水，加入 10g NaOH，冷卻到室溫，加入 0.8g 二氯異

- 氰酸鈉 ($C_3Cl_2N_3NaO_3$)，定量至 1000ml，保存於褐色瓶內。
- NO_3^- -N：硝酸鹽 (NO_3) 經由鎘管 (cadmium column) 還原成亞硝酸鹽 (NO_2)， NO_2 +磺胺 (Sulfanilamide) → 重氮磺胺離子 (diazotizing) + 顯色劑 N-(1-naphthyl) ethylenediamine dihydro chloride → 洋紅色 → 520nm 測吸收度。反應液為 Ammonium chloride buffer (NH_4Cl)，及磺胺染色溶液 (Sulfanilamide Color Reagent)。Ammonium chloride buffer 的配製，取 700ml 去離子水，加入 80g NH_4Cl ，加入 1g EDTA，用 15M NaOH 調 pH 值至 8.5，定量至 1000ml。磺胺染色溶液的配製，取 500ml 去離子水，加入 100ml 85% Phosphoric acid (H_3PO_4)，加入 40g Sulfanilamide，加入 1g NED，攪拌至溶解，定量至 1000ml，貯存於褐色瓶內，若溶液顏色變粉紅則表示變質失效。
 - TN：氮化合物以高硫酸鹽 (Alkaline Persulfate/UV) 氧化為硝酸鹽 → 通過銅鎘管 → 以磺胺酸在酸性條件下偶氮化使亞硝酸鹽形成偶氮化合物離子 → 加入染料進行 540nm 吸收偵測。反應液為 Ammonium chloride buffer、Sulfanilamide Color Reagent、Potassium persulfate oxidant (高硫酸鉀氧化劑) 及 Metabisulphite ($Na_2S_2O_5$)。高硫酸鉀氧化劑的配製，取 700ml 去離子水，加入 60g Potassium persulfate oxidant ($K_2S_2O_8$)，加入 40g Disodium tetraborate decahydrate ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)，充分攪拌後，調 pH 值至 10.5，定量至 1000ml。

3.3.3 水量之計算

林外雨 (BP)、穿落水 (TF)、及苔蘚上方穿落水 (BI) 所得的水樣體積均可直接用於換算為樣區中單位面積之總沈降量，而苔蘚滲流水 (BL) 的流量則是利用氯離子平衡 (chloride mass-balance, CMB) 的原理估算。CMB 是 Eriksson and Khunakasem (1969) 所發展，因為 Cl 的活性很低，幾乎不與植物體及土壤發生反應，所以常被利用於估算地下水的補注 (recharge) 與收支 (Edmunds *et al.*, 2002; Ting *et al.*, 1998; Mikami *et al.*, 2002)，及蒸發散量 (Shurbaji and Campbell, 1997)。雖然坡度、土壤性質及土壤深度可能會導致 CMB 的流量估算有偏斜現象 (Sami and Hughes, 1996)，但 Lidón *et al.* (1999) 以土壤水含量 (soil water capacity model)、氯離子平衡、LEACHM 三種模式估算排水量 (drainage) 的研究指出，三者之間並

無顯著差異。據此，本研究應用 CMB 的原理，假設 Cl^- 不為苔蘚植物所截留，則 Cl^- 輸入量應等於 Cl^- 輸出量，亦即苔蘚上方穿落水輸入之 Cl^- 總量等於苔蘚滲流水中之 Cl^- 總量，所以藉由公式 3 求得苔蘚滲流水量 F_{BL} 值。

$$F_{BI} \times [Cl^-]_{BI} = F_{BL} \times [Cl^-]_{BL} \quad \text{公式 3}$$

F_{BI} ：BI 水量

$[Cl^-]_{BI}$ ：BI 之 Cl^- 濃度

F_{BL} ：BL 水量

$[Cl^-]_{BL}$ ：BL 之 Cl^- 濃度

3.3.4 BP、TF、BI、BL 各離子總量及平均濃度之計算

以電荷平衡 (charge balance) 檢驗化學分析之數據，剔除可能錯誤之極端值。每次採樣之 BP、TF、BI、BL 各離子總量是以水樣之各離子濃度乘以水量求得各離子總量後平均之值 (公式 4)。而試驗期間 BP、TF、BI、BL 中各離子總量則是以每次採樣之平均離子量加總後求得 (公式 5)。BP、TF、BI、BL 水樣之各種離子平均濃度是以試驗期間收取之水量加權 (volume-weighted) 後求得。

$$iE_p = \frac{\sum_{i=1}^n ([E]_{pi} \cdot F_{pi})}{n} \quad \text{公式 4}$$

iE_p ：i 次 p 降水之 E 離子總量

$[E]_{pi}$ ：p 降水 i 重複之 E 離子濃度

F_{pi} : p 降水 i 重複之水量

$$E_p = \sum_{i=1}^n (iE_p) \quad \text{公式 5}$$

E_p : 試驗期間 p 降水之 E 離子總量

iE_p : i 次 p 降水之 E 離子總量

$$[E]_p = \frac{E_p}{F_p} \quad \text{公式 6}$$

$[E]_p$: 試驗期間 p 降水之平均 E 離子濃度

E_p : 試驗期間 p 降水之 E 離子總量

F_p : 試驗期間 p 降水之總水量

3.3.5 苔蘚離子量及其離子截留能力之計算

將每次各苔蘚之平均 BI 離子總量扣除平均 BL 離子總量，即得當次該苔蘚之離子截留量 (retention, +) 或淋出量 (leaching, -) (公式 7)。將每次離子截留量或淋出量加總可得試驗期間該苔蘚之離子截留總量或離子淋出總量 (公式 8；公式 9)。

將試驗期間之該苔蘚離子截留總量除以該苔蘚單位面積之生物量，即求得該苔蘚單位乾重可截留之離子量 (公式 10)，本研究將此定義為該苔蘚之離子截留能力 (nutrient retention capacity)。而各種苔蘚之單位面積生物量之估算則採用面積估計法。針對東亞指葉蘚等五種苔蘚及泥炭苔地墊 (br1, br2, br3, br4, br5a, br5t)，採

取直徑 9 公分（與重力式滲流水收集器內徑相同）的圓形苔蘚塊各 5 塊，之後計算苔蘚的乾重與面積比，藉此方法求得該苔蘚平均單位面積之生物量。

$$iE_{BI} - iE_{BL} = iE_{retention}(+) \text{ or } iE_{leaching}(-) \quad \text{公式 7}$$

iE_{BI} ：i 次 BI 之 E 離子總量

iE_{BL} ：i 次 BL 之 E 離子總量

$iE_{retention}$ ：正值即為 i 次該苔蘚之 E 離子截留量

$iE_{leaching}$ ：負值即為 i 次該苔蘚之 E 離子淋出量

$$E_{retention} = \sum_{i=1}^n (iE_{retention}) \quad \text{公式 8}$$

$$E_{leaching} = \sum_{i=1}^n (iE_{leaching}) \quad \text{公式 9}$$

$E_{retention}$ ：試驗期間該苔蘚之 E 離子截留總量

$E_{leaching}$ ：試驗期間該苔蘚之 E 離子淋出總量

$$Ertca_t = \frac{Ert_t}{B_t} \quad \text{公式 10}$$

$Ertca_t$ ：t 苔蘚之 E 離子截留能力

E_{t_i} ：試驗期間 t 苔蘚之 E 離子截留總量

B_t ：t 苔蘚之單位面積生物量

3.4 研究區離子流量與地表苔蘚離子截留量之計算

根據地被調查結果估算有無苔蘚覆蓋之地表面積比例，以估算不同地表狀況之穿落水輸入量。東亞指葉蘚等五種苔蘚於試驗期間之離子截留量以其離子截留能力乘以該苔蘚生物量求得，而研究區內其他苔蘚之離子截留能力則以東亞指葉蘚等五種苔蘚之平均離子截留能力替代，配合其生物量藉以估算其他苔蘚於試驗期間之離子截留量。穿落水之離子輸入量扣除苔蘚之離子截留量，求得苔蘚下方之土壤離子輸入量，藉以估算不同地表狀況下單位面積之土壤輸入量。

3.5 統計分析

植物體養分濃度及水樣化學資料均計算平均值（mean）與標準差（standard error, SE）。以 T-test 檢驗 BI 及 BL 其離子濃度之差異程度。

4. 結果

本論文所完成的研究項目包括 100 個小樣區之地被植物種類的調查（採樣時間為 2003 年 7 至 8 月）、生物量的計算及植物體養分含量的測定；水樣的收集與分析則從 2003 年 7 月至 2004 年 5 月止。為了瞭解一整年水樣的流量與化學變化，水樣的收集分析將在論文完成後持續進行至 2004 年 7 月。

4.1 地被植物種類及其頻度與覆蓋度

據 100 塊小樣區之調查結果，森林地被層植物種類共計 52 科 62 屬 78 種，苔蘚植物計有 22 科 25 屬 35 種，佔地被植物種數的 45%（圖 3），顯示苔蘚植物對於研究區地被層之物種歧異度貢獻甚高。苔蘚植物中以羽蘚科（Plagiochilaceae）及地萼蘚科（Geocalycaceae）較為優勢，分別佔苔蘚植物的 14%及 8%。木本植物計有 14 科 20 屬 23 種，佔地被植物總數的 29%，其中又以樟科植物（Lauraceae）最為優勢，佔木本植物之 21%。再其次為草本植物，計有間型沿階草（*Ophiopogon intermediu*）、裂葉樓梯草（*Elatostema trilobulatum*）等 10 科 11 屬 11 種，而種類最少的蕨類僅 6 科 6 屬 9 種，以瘤足蕨科（Plagiogyriaceae）的植物較為優勢。

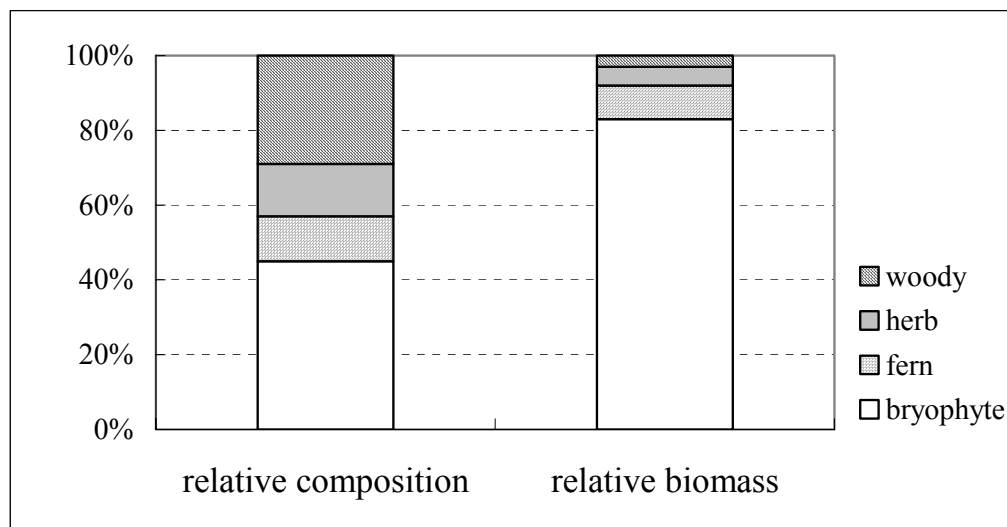


圖 3 鴛鴦湖森林 30cm 以下地被層木本、草本、蕨類、苔蘚植物之相對組成與相對生物量。

因為苔蘚植物植體較小，且不同種類、不同生活型之苔蘚植物混生的情況普遍，所以苔蘚植物的頻度大多較維管束植物為高。苔蘚植物中計有塔苔、纖毛帶葉蘚（*Pallavicinia subciliata*）、東亞指葉蘚等 9 種頻度超過 50%，其中以錦苔科（*Sematophyllaceae*）的比賴苔屬（*Brotherella* sp.1）出現頻度最高（95%），木本與蕨類植物頻度皆低於 30%，僅紫金牛（*Ardisia japonica*）出現頻度略高（38%），而草本植物中頻度較高的有間型沿階草與東方肉穗野牡丹（*Sarcopyramis napalensis* var. *selicata*），分別為 55%與 52%。

苔蘚植物於森林地表之覆蓋度甚高，約 83%，顯示苔蘚植物在研究區內的生長狀況良好，而其中以東亞指葉蘚與絨蘚之覆蓋度最高，分別為 18%及 9%。其次物種數最少的蕨類有 14%的覆蓋度，草本及木本植物之覆蓋度則皆低於 10%(表 1)。

據調查結果，苔蘚植物其生長基質 58%為倒木及枯落物腐植質，樹根亦多(36%)，有少部分為岩石，極小部分為土壤 (<1%)，顯示研究區地面多為倒木及枯落物腐植質，土壤所提供苔蘚之生長基質甚少。另外，沒有植物覆蓋的 17%地面，有枯落物堆積的區域其累積厚度平均高度達 2.81 公分，但因地表基質的不均使其變異極大。

表 1 鴛鴦湖森林 30cm 以下地被層植物種類及其頻度與覆蓋度。

Type	Family	Species		Frequency (%)	Coverage (%)
bryophyte	Sematophyllaceae	<i>Brotherella</i> sp.1	比賴苔屬	95	
	Calypogeiaceae	<i>Calypogeia tosana</i>	雙齒護蒴蘚	88	
	Geocalyceae	<i>Heteroscyphus coalitus</i>	雙齒異萼蘚	88	
	Lepidoziaceae	<i>Lepidozia fauriana</i>	東亞指葉蘚	87	
	Lejeuneaceae			81	
	Pallaviciniaceae	<i>Pallavicinia subciliata</i>	纖毛帶葉蘚	78	
	Hylocomiaceae	<i>Hylocomium splendens</i>	塔苔	67	
	Rhizogoniaceae	<i>Pyrrhobrum latifolium</i>		57	
	Meteoriaceae	<i>Floribundaria pseudofloribunda</i>		51	
herb	Liliaceae	<i>Ophiopogon intermedius</i>	間型沿階草	55	
	Melastomataceae	<i>Sarcopyramis napalensis var. delicata</i>	東方肉穗野 牡丹	52	
bryophyte	22 科 25 屬	35 種			83
fern	6 科 6 屬	9 種			14
herb	10 科 11 屬	11 種			9
woody	14 科 20 屬	23 種			4
total	52 科 62 屬	78 種			

4.2 地被植物之生物量

每塊小樣區 (25×25cm²) 中苔蘚植物的物種數最少有 5 種，最多達 15 種，而生物量約 0.5-11.8g，而木本、草本等維管束植物之物種數及生物量均較苔蘚植物為低 (表 2)。總計研究區 30cm 以下地被層植物總生物量為 835 ±40kg ha⁻¹，苔蘚植物生物量為 695 ±38kg ha⁻¹，所佔地表總生物量比例高達 83%，顯示苔蘚植物為森林地表層主要之組成份子。其次為蕨類植物，生物量 78 ±15kg ha⁻¹，約佔地表總生物量的 9%，而草本和木本植物僅分別佔地表總生物量的 5%及 3% (表 3)。

苔蘚植物中以東亞指葉蘚與絨蘚的生物量最高，分別佔苔蘚生物量的 21%及 16%，約佔地表總生物量的 17%及 13%，比賴苔屬、鞭蘚屬 (Bazzania) 的生物量所佔比例亦高。蕨類植物中以台灣瘤足蕨的生物量最高，佔蕨類植物的 44%，而草本植物 63%的生物量為間型沿階草，幾乎等同於 30cm 以下地被層所有木本植物的生物量 (表 3)。

表 2 單塊小樣區之物種數與生物量。

	Number of species			Biomass (g)		
	min.	max.	mean ± S.E.	min.	max.	mean ± S.E.
bryophyte	5	15	9.3 ± 0.2	0.5	11.8	4.3 ± 0.2
fern	0	4	0.8 ± 0.1	0.0	4.3	0.5 ± 0.1
herb	0	5	1.9 ± 0.1	0.0	1.6	0.2 ± 0.0
woody	0	4	1.1 ± 0.1	0.0	1.1	0.1 ± 0.0

plot area = 25×25cm²

表 3 鴛鴦湖森林 30cm 以下地被層苔蘚、蕨類、草本及木本植物之生物量與其所佔地被層總生物量之比例。

Type	Species	Biomass		
		mean (kg ha ⁻¹)	± S.E.	B/T (%)
	<i>Lepidozia fauriana</i>	146	± 11	17
	<i>Trichocolea tomentella</i>	108	± 29	13
	<i>Brotherella</i> spp.	66	± 6	8
	<i>Bazzania</i> spp.	64	± 11	8
	<i>Pyrrhobrum latifolium</i>	24	± 6	3
	<i>Sphagnum palustre</i>	16	± 12	2
	<i>Plagiochilaceae</i>	10	± 4	1
	other bryophyte	260	± 56	31
bryophyte		695	± 38	83
	<i>Plagiogyria formosana</i>	34	± 10	4
	other fern	44	± 11	5
fern		78	± 15	9
	<i>Ophiopogon intermedius</i>	25	± 4	3
	other herb	14	± 6	2
herb		39	± 5	5
	<i>Ardisia japonica</i>	12	± 3	1
	other woody	11	± 4	1
woody		23	± 4	3
total		835	± 40	

B/T 代表物種生物量佔地被總量之比例。

4.3 地被植物之養分含量

地被植物的灰分含量介於 2.7-9%之間，其中草本植物的灰份含量 (7.1%) 略高於其他地被植物，木本植物約 6.6%，最低的為蕨類植物 (4.8%) (圖 4)。苔蘚植物中以泥炭苔的灰份量最低，僅 $2.7 \pm 0.1\%$ ，不及東亞指葉蘚 ($6.6 \pm 0.2\%$) 的一半 (表 4)。所有地被植物的碳含量介於 43-49%之間，以蕨類植物碳含量 (47.8%) 略高，其他三者差異不大。地被植物的氮含量約 1.4-2.2%，其中草本植物的氮含量 (2.2%) 略高於其他三者，最低者為木本植物，僅 1.5%。各種苔蘚植物的氮含量皆低於 2%，比賴苔略高，為 $1.9 \pm 0.0\%$ ，而鞭蘚屬及檜苔僅 1.4%，類似木本植物之紫金牛。以上結果顯示不同類型之植物其灰份及碳、氮略有差異，而同樣是苔蘚植物，不同種類亦有所不同。

地被植物之 Ca 濃度差異極大，大致為木本 (9.7) > 草本 (7.0) > 苔蘚 (4.6) > 蕨類 (2.9 mg g^{-1}) (圖 4)，其中又以木本植物之紫金牛的 Ca 濃度最高，為 $12.9 \pm 0.1 \text{ mg g}^{-1}$ 。苔蘚植物的 Ca 含量約 4.5 mg g^{-1} 左右，但檜苔的含量偏低，僅 $1.4 \pm 0.0 \text{ mg g}^{-1}$ 。維管束植物 K 濃度約 14.5 mg g^{-1} 左右，草本植物 (16.1 mg g^{-1}) 略高。各種苔蘚植物的 K 濃度差異甚大，其中東亞指葉蘚 ($21.7 \pm 0.1 \text{ mg g}^{-1}$) 的 K 濃度最高，而泥炭苔僅 $5.1 \pm 0.0 \text{ mg g}^{-1}$ 。苔蘚植物的 Mg 濃度較維管束植物為低，介於 $0.5-1.3 \text{ mg g}^{-1}$ 之間。地被植物的 Na 濃度普遍均低於 0.2 mg g^{-1} ，羽蘚科苔蘚植物除外 ($0.5 \pm 0.0 \text{ mg g}^{-1}$)。草本植物的 P 濃度約 4.6 mg g^{-1} ，其他地被植物皆低於 4.0 mg g^{-1} 。以上結果顯示不同類型之植物其主要養分之濃度有所差異，而其中以苔蘚植物的種間差異較為明顯。

地被植物之 C/N 介於 22-33，大致為木本 (31) > 苔蘚 (26) > 蕨類 (24) > 草本 (21) (圖 4)，而所有地被植物之 N/P 約 6.2。檜苔科苔蘚植物之 C/N、N/P 略高於其他植物，分別為 33 ± 0.0 、 10.3 ± 0.1 (表 4)。C/N、N/P 的不同暗示著不同類型之植物種類死亡後分解速率的差異。

配合生物量的資料估算研究區近地表層養分總量，結果如表五所示。由於苔蘚植物生物量佔近地表層植物總量比例甚高 (83%)，所以其養分含量亦佔地表總量的絕大部分。近地表層植物總碳、總氮量分別為 375 、 15 kg ha^{-1} ，灰份含量為 43

kg ha⁻¹，Ca、K、Mg、Na、P 的養分含量分別為 3.9、11.6、1.0、0.2、2.6 kg ha⁻¹，其中苔蘚植物養分含量所佔地表總量之比例除了 Mg (73%) 以外，均達 80% 以上，Na 則佔了 90% (圖 5)。另外，維管束植物中，以蕨類植物的貢獻較高，如蕨類植物之 Mg 含量佔地表植物總量的 14%，碳、氮含量則約 10%。

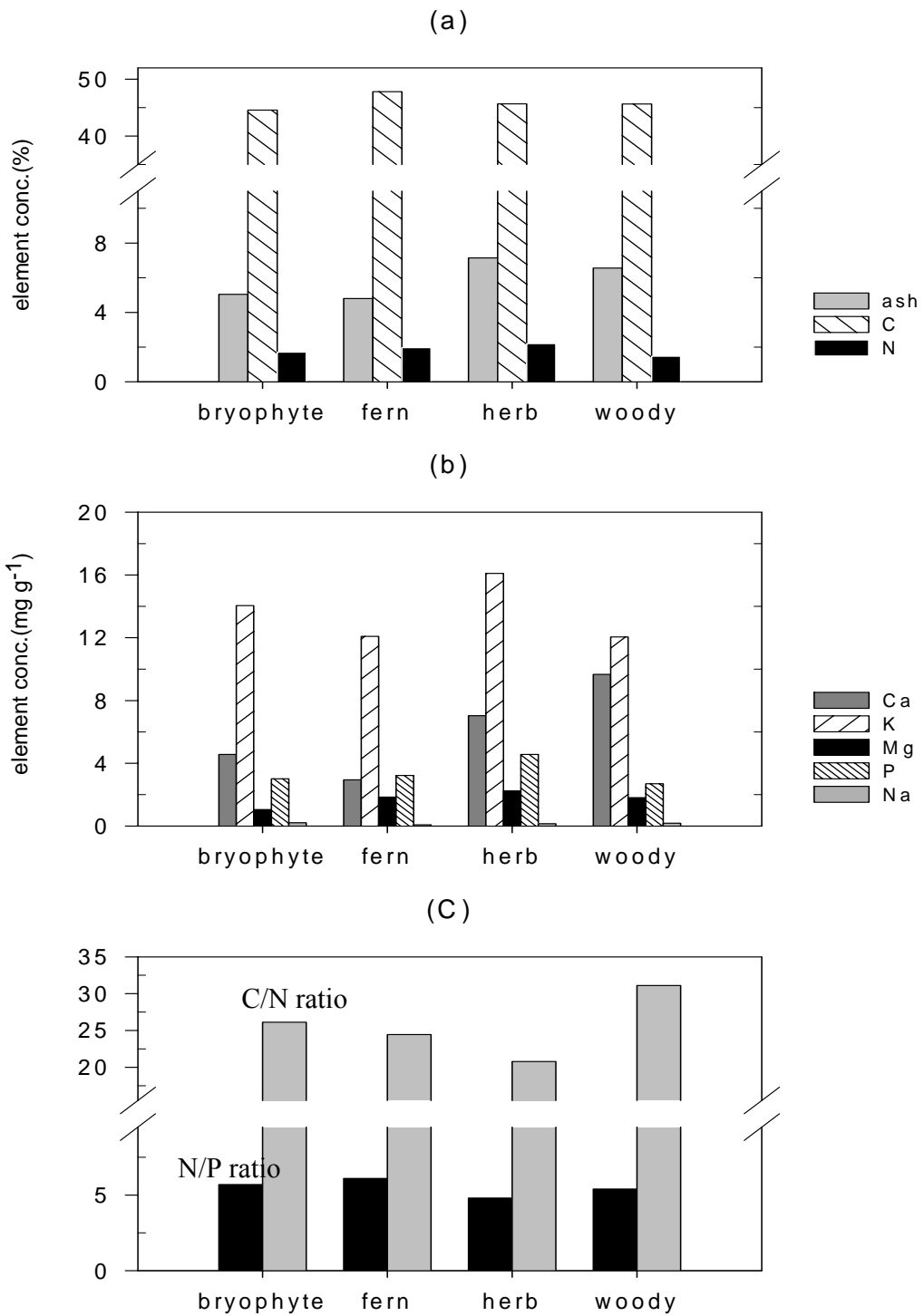


圖 4 鴛鴦湖森林 30cm 以下地被層苔蘚植物、蕨類、草本、木本之養分濃度及 C/N、N/P 比。

表 4 鴛鴦湖森林 30cm 以下地被層各種植物及枯落物之養分濃度及 C/N、N/P 比。

	ash	C	N	Ca	K	Mg	Na	P	C/N	N/P
	%			mg g ⁻¹						
<i>L. fauriana</i>	6.6	43.2	1.6	4.3	21.7	0.8	0.2	2.6	27	6.2
<i>T. tomentella</i>	5.2	45.6	1.8	4.2	13.6	1.0	0.1	3.7	25	4.9
<i>Brotherella spp.</i>	4.2	45.2	1.9	5.6	8.7	1.0	0.1	3.4	24	5.5
<i>Bazzania spp.</i>	4.0	43.3	1.4	5.3	7.8	0.9	0.2	2.2	31	6.4
<i>S. palustre</i>	2.7	44.8	1.6	3.9	5.1	0.8	0.2	2.4	27	6.8
Plagiochilaceae	3.3	43.1	1.5	4.6	6.3	1.1	0.5	2.1	29	6.8
<i>P. latifolium</i>	3.4	45.3	1.4	1.4	6.0	0.5	0.2	1.4	33	10.3
other bryophyte	4.9	45.0	1.8	4.7	14.5	1.3	0.2	3.3	25	5.5
<i>P. formosana</i>	4.0	48.1	2.0	2.9	11.3	1.9	0.1	3.3	24	6.1
other fern	5.4	47.6	1.9	3.0	12.7	1.8	0.1	3.2	25	6.0
<i>O. intermedius</i>	6.1	47.0	2.2	6.6	15.3	1.2	0.2	4.6	22	4.8
other herb	9.0	43.5	2.2	7.8	17.4	4.1	0.1	4.6	20	4.9
<i>A. japonica</i>	8.0	45.1	1.4	12.9	15.3	2.0	0.2	2.5	32	5.5
other woody	4.8	46.3	1.6	5.8	8.3	1.6	0.1	2.9	30	5.3
litter	2.7	48.6	1.4	5.1	1.6	0.5	0.2	1.6	35	8.8

表 5 鴛鴦湖森林 30cm 以下地被層植物之生物量與養分含量。

	biomass	ash	C	N	Ca	K	Mg	Na	P
	kg ha ⁻¹								
<i>L. fauriana</i>	146	9.6	63	2.3	0.6	3.2	0.1	0.0	0.4
<i>T. tomentella</i>	108	5.6	49	2.0	0.5	1.5	0.1	0.0	0.4
<i>Brotherella spp.</i>	66	2.8	30	1.3	0.4	0.6	0.1	0.0	0.2
<i>Bazzania spp.</i>	64	2.6	28	0.9	0.3	0.5	0.1	0.0	0.1
<i>S. palustre</i>	16	0.4	7	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Plagiochilaceae	10	0.3	5	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
<i>P. latifolium</i>	24	0.8	11	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
other bryophyte	260	12.8	117	4.7	1.2	3.8	0.3	0.1	0.9
<i>P. formosana</i>	33	1.3	16	0.7	0.1	0.4	0.1	0.0	0.1
other fern	45	2.4	21	0.9	0.1	0.6	0.1	0.0	0.1
<i>O. intermedius</i>	25	1.5	12	0.5	0.2	0.4	0.0	0.0	0.1
other herb	14	1.3	6	0.3	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1
<i>A. japonica</i>	12	1.0	6	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
other wood	11	0.5	5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
bryophyte	695	35	310	11.9	3.2	9.8	0.7	0.1	2.1
fern	78	4	37	1.5	0.2	0.9	0.1	0.0	0.3
herb	39	3	18	0.9	0.3	0.6	0.1	0.0	0.2
woody	23	2	10	0.3	0.2	0.3	0.0	0.0	0.1
total	835	43	375	15	3.9	11.6	1.0	0.2	2.6

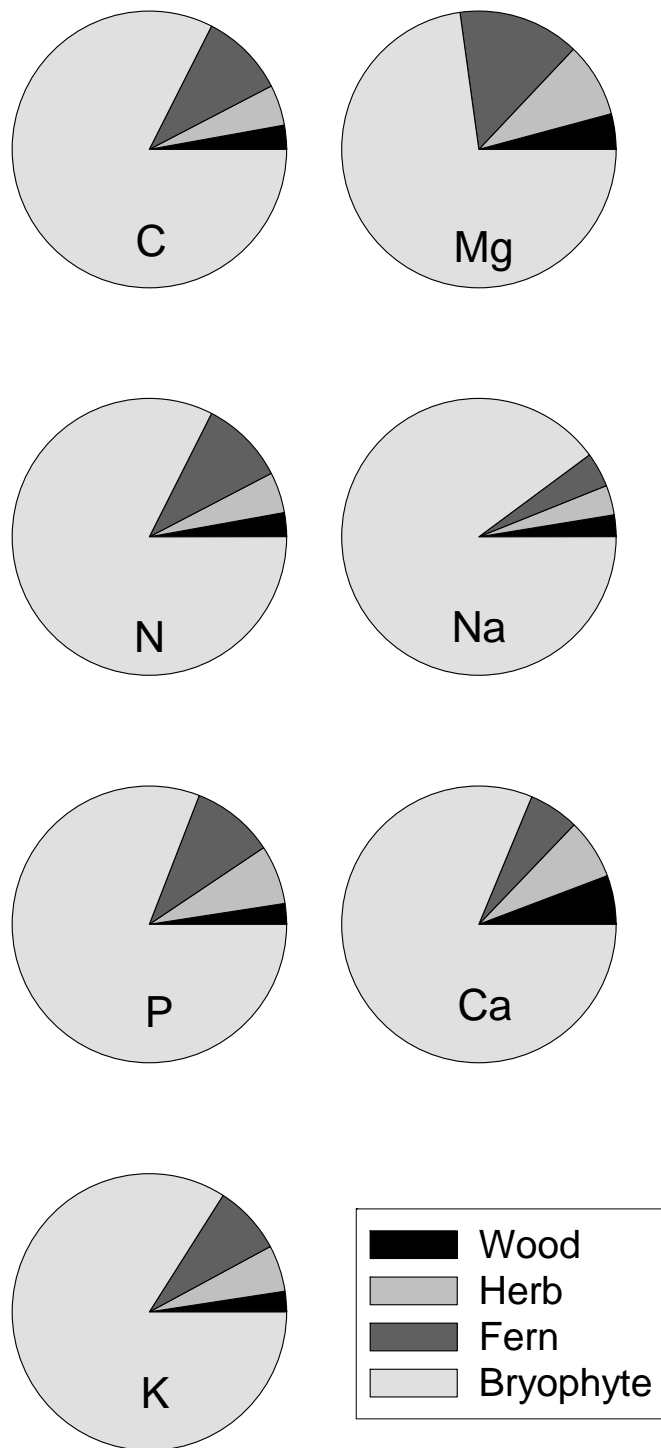


圖 5 鴛鴦湖森林 30cm 以下地被層苔蘚植物、蕨類、草本、木本其養分含量佔地被層養分總量之比例。

4.4 BP、TF、BI、BL 之總流量及化學組成

累計 2003 年 7 月至 2004 年 5 月的林外雨總流量為 2618mm，經樹冠層截留之穿落水為 2337mm。苔蘚上方輸入之穿落水約 2135-2393mm（平均 2289mm），存在些微空間變異，但整體而言與穿落水總流量差異不大（t-test, $p < 0.005$ ）。經過苔蘚植物之苔蘚滲流水總流量平均 1122mm，約截留 51% 的之上方穿落水。據 T-test 統計之結果，六種苔蘚滲流水流量皆與上方穿落水流量有顯著差異（ $p < 0.005$ ）。其中以泥炭苔地墊約 64% 的截留量為最高，其次為檜苔，約 53%，卵葉羽蘚與東亞指葉蘚則分別為 51% 及 50%，截留量最低的泥炭苔仍可截留 944mm，約 41% 的上方穿落水（圖 6）。

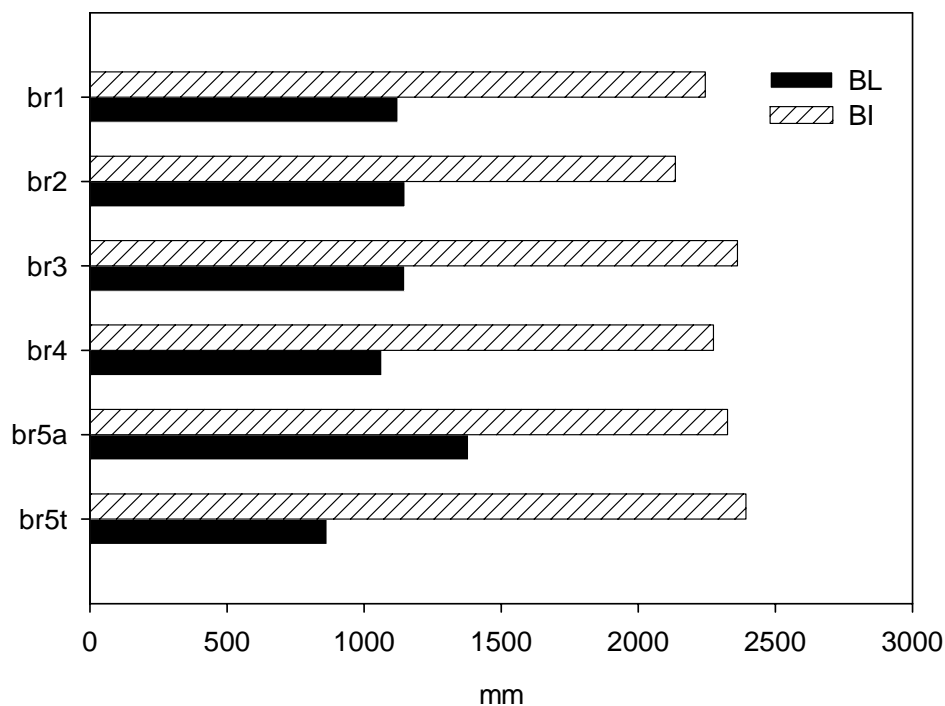


圖 6 六種苔蘚滲流水之總流量。資料來源為 2003 年 5 月至 2004 年 7 月。br1 為東亞指葉蘚，br2 為絨蘚，br3 為卵葉羽蘚，br4 代表檜苔，br5a 及 br5t 則分別代表泥炭苔與泥炭苔地墊。

2003年7月至2004年5月的林外雨導電度平均 $14.1\mu\text{s cm}^{-1}$ (range $3.0-44.9\mu\text{s cm}^{-1}$)，穿落水最低為 4.8，最高為 $70.1\mu\text{s cm}^{-1}$ ，平均 $17.2\mu\text{s cm}^{-1}$ 。由於樹冠層離子的淋溶使得穿落水之導電度均較林外雨為高(圖 7)。苔蘚上方穿落水導電度平均約 $16.7\mu\text{s cm}^{-1}$ (range $4.8-66.0\mu\text{s cm}^{-1}$)，與穿落水差異不大。六種苔蘚上方穿落水的平均導電度約 $14.8-18.7\mu\text{s cm}^{-1}$ ，除了卵葉羽蘚與泥炭苔，其他四者之滲流水導電度均有提高之趨勢，其中以泥炭苔地墊的平均導電度提高最多 (mean $42.7\mu\text{s cm}^{-1}$, range $20.0-82.9\mu\text{s cm}^{-1}$)，檜苔 (mean $23.5\mu\text{s cm}^{-1}$, range $7.8-53.6\mu\text{s cm}^{-1}$) 次之。泥炭苔之導電度 (mean $11.1\mu\text{s cm}^{-1}$) 卻有降低之現象。

林外雨與穿落水經水樣體積加權之平均離子濃度如表 6 所示。經過樹冠層之穿落水其 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Mn^{3+} 、 K^+ 、 Na^+ 濃度較林外雨為高，而 NH_4^+-N 及 NO_3^--N 有降低之現象， Mg^{2+} 的變化則不明顯。穿落水的電荷平衡比較林外雨為高，此為陽離子的濃度較高所導致。而穿落水與苔蘚上方穿落水的化學組成類似，僅 K^+ 濃度可能因樹冠層結構的不同而有所差異。

苔蘚上方穿落水與苔蘚滲流水之平均離子濃度及電荷平衡如表 7 所示。各苔蘚上方穿落水的陰、陽離子平均濃度差異不大，但經過苔蘚植物之滲流水其 tN 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 H^+ 濃度普遍提高，其他離子，如 K^+ 、 Mg^{2+} 濃度的變化則視苔蘚種類有所不同。據 T-test 統計結果，東亞指葉蘚、卵葉羽蘚、檜苔、泥炭苔地墊滲流水之 H^+ 濃度明顯較上方穿落水為高，穿落水的 Ca^{2+} 經過卵葉羽蘚與檜苔的改變較大，而 tN 的濃度經過絨蘚、檜苔、泥炭苔亦有明顯變高的趨勢。苔蘚滲流水中的重金屬離子以 Mn^{3+} 、 Fe^{3+} 的變化較為顯著，如東亞指葉蘚及絨蘚滲流水的 Mn^{3+} 濃度明顯變低，相反的，降水中 Fe^{3+} 的在經過卵葉羽蘚、檜苔、泥炭苔及泥炭苔地墊有變高的現象。苔蘚植物對降水中 NH_4^+-N 濃度無明顯的影響， NO_3^--N 的變化則以東亞指葉蘚、卵葉羽蘚、及泥炭苔地墊滲流水較為顯著。從上述結果可知，不同苔蘚對於穿落水離子濃度的改變不一，影響程度亦有所差別，此可能與苔蘚截留水量之多寡及苔蘚本身生理特性的差異有關。

苔蘚滲流水之化學組成亦可能隨著季節而波動。以卵葉羽蘚為例，穿落水經過卵葉羽蘚後 H^+ 、 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 濃度顯著變高，且其波動與上方穿落水有顯著正相關，相反的，卵葉羽蘚滲流水之 NO_3^--N 濃度普遍較上方穿落水為低，可能為植物體的

吸收利用所導致（圖 8、圖 9）。

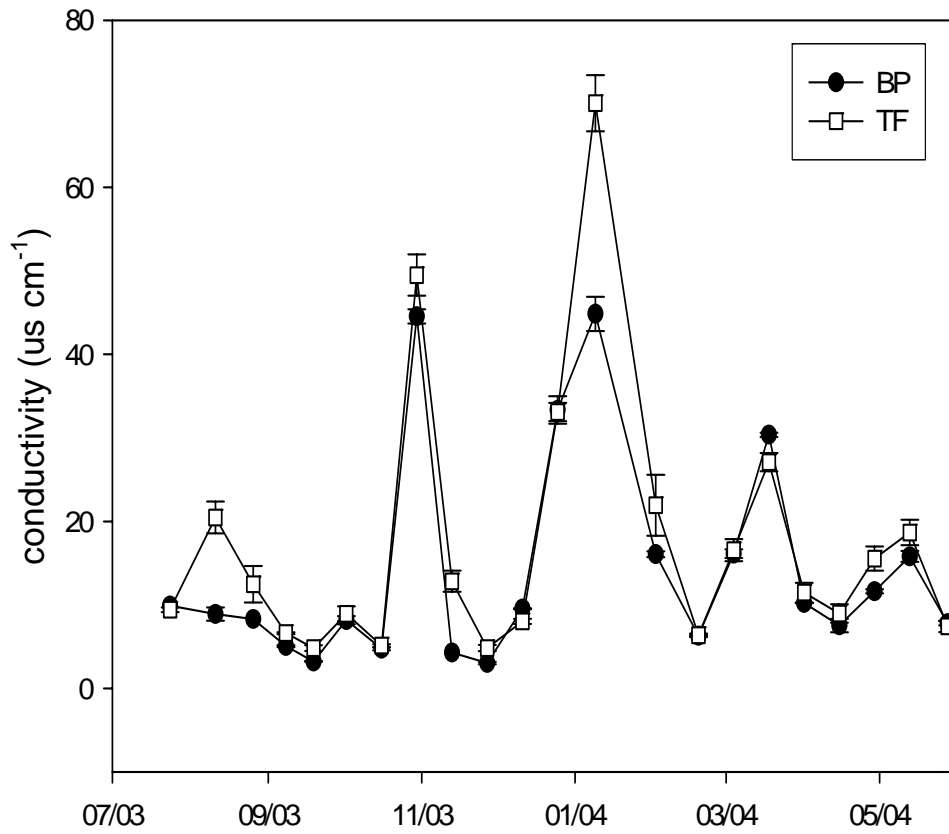


圖 7 BP 及 TF 之導電度。資料來源為 2003 年 7 月至 2004 年 5 月。

表 6 BP、TF、BI 之平均離子濃度及電荷平衡。資料來源為 2003 年 7 月至 2004 年 5 月。BI 不分苔蘚種類，視為 24 個重複之平均結果。

Volume weighted (ppm)	BP	TF	BI
tN	0.38	0.20	0.21
NO ₃ ⁻ -N	0.11	0.07	0.07
Cl ⁻	0.44	0.60	0.63
SO ₄ ²⁻	0.84	0.98	1.08
H ⁺	0.004	0.003	0.002
Na ⁺	0.27	0.31	0.31
K ⁺	0.16	0.39	0.48
NH ₄ ⁺ -N	0.09	0.06	0.05
Mg ²⁺	0.10	0.10	0.13
Ca ²⁺	0.20	0.28	0.31
Mn ²⁺	0.00	0.03	0.03
Fe ³⁺	0.02	0.01	0.01
Al ³⁺	0.04	0.03	0.04
cation	0.04	0.04	0.05
anion	0.05	0.06	0.06
charge balance	1.29	1.37	1.40

表 7 BI、BL 之平均離子濃度及電荷平衡。資料來源為 2003 年 7 月至 2004 年 5 月。br1 為東亞指葉蘚，br2 為絨蘚，br3 為卵葉羽蘚，br4 代表檜苔，br5a 及 br5t 則分別代表泥炭苔與泥炭苔地墊。

Volume weighted (ppm)	BI						BL					
	br1	br2	br3	br4	br5a	br5t	br1	br2	br3	br4	br5a	br5t
tN	0.23	0.19	0.21	0.23	0.19	0.22	0.42	0.54	0.41	0.51	0.81	0.63
NO ₃ ⁻ -N	0.08	0.06	0.07	0.08	0.06	0.08	0.04	0.05	0.06	0.09	0.04	0.07
Cl ⁻	0.60	0.60	0.69	0.61	0.66	0.64	1.09	1.01	1.39	1.24	0.99	1.63
SO ₄ ²⁻	1.10	1.11	1.12	1.08	1.05	1.01	0.93	1.05	1.49	1.37	1.24	1.62
H ⁺	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.004	0.003	0.008	0.009	0.006	0.046
Na ⁺	0.30	0.30	0.32	0.29	0.31	0.30	0.34	0.34	0.46	0.46	0.26	0.42
K ⁺	0.46	0.62	0.49	0.51	0.40	0.39	0.59	0.68	0.59	0.71	0.61	0.46
NH ₄ ⁺ -N	0.06	0.05	0.05	0.07	0.05	0.06	0.08	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06
Mg ²⁺	0.12	0.15	0.15	0.13	0.11	0.12	0.12	0.16	0.18	0.20	0.20	0.21
Ca ²⁺	0.30	0.32	0.36	0.28	0.30	0.29	0.49	0.70	0.88	0.61	0.62	0.56
Mn ²⁺	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.04	0.04	0.04
Fe ³⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Al ³⁺	0.03	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.10	0.07	0.05
cation	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.07	0.07	0.06	0.08
anion	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.09	0.11	0.11	0.10	0.13
charge balance	1.35	1.59	1.45	1.37	1.30	1.32	1.49	1.75	1.51	1.61	1.69	1.57

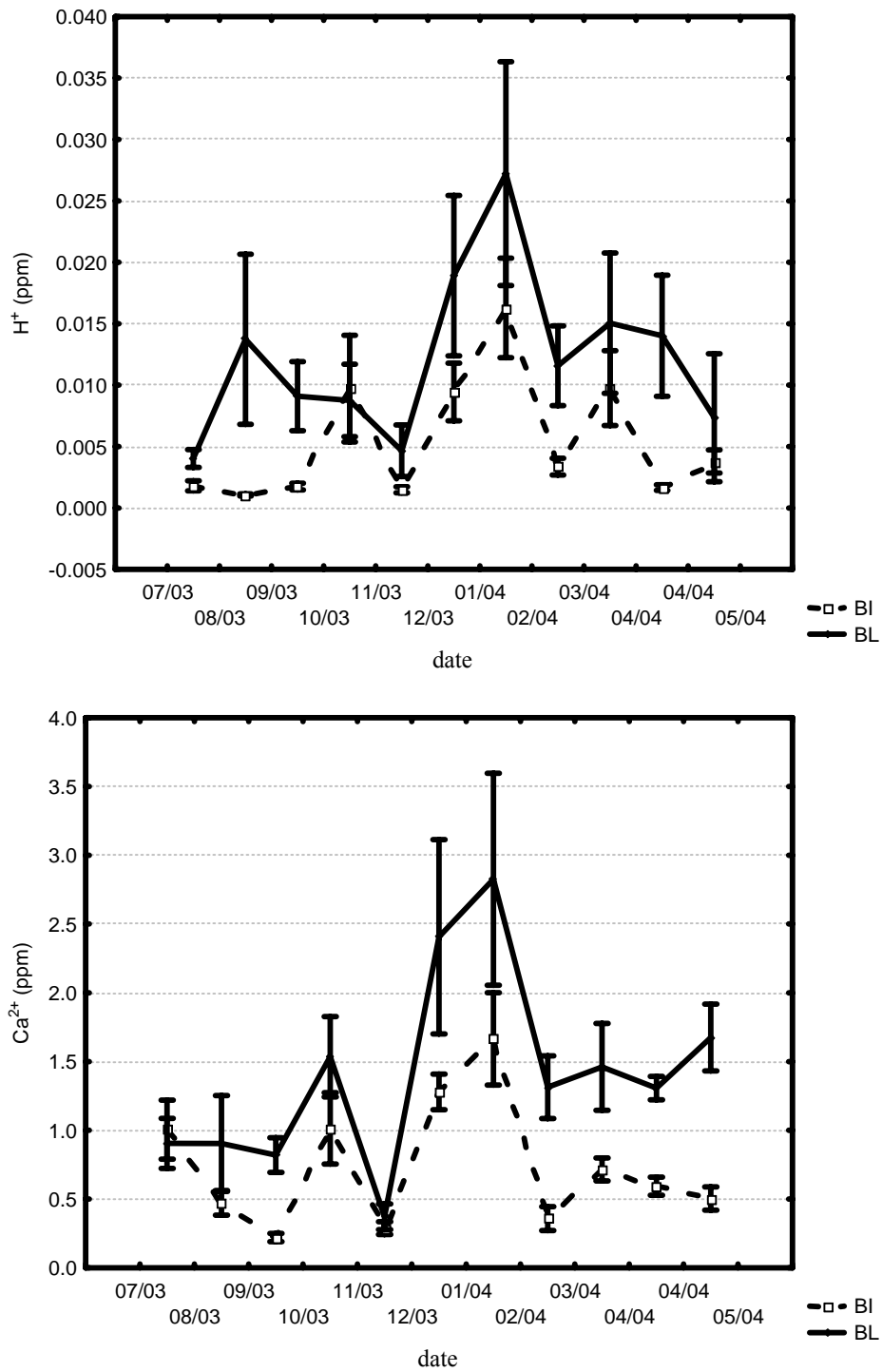


圖 8 卵葉羽蘚上方穿落水及其滲流水之化學組成，以 H⁺、Ca²⁺ 為例。資料來源為 2003 年 7 月至 2004 年 5 月。

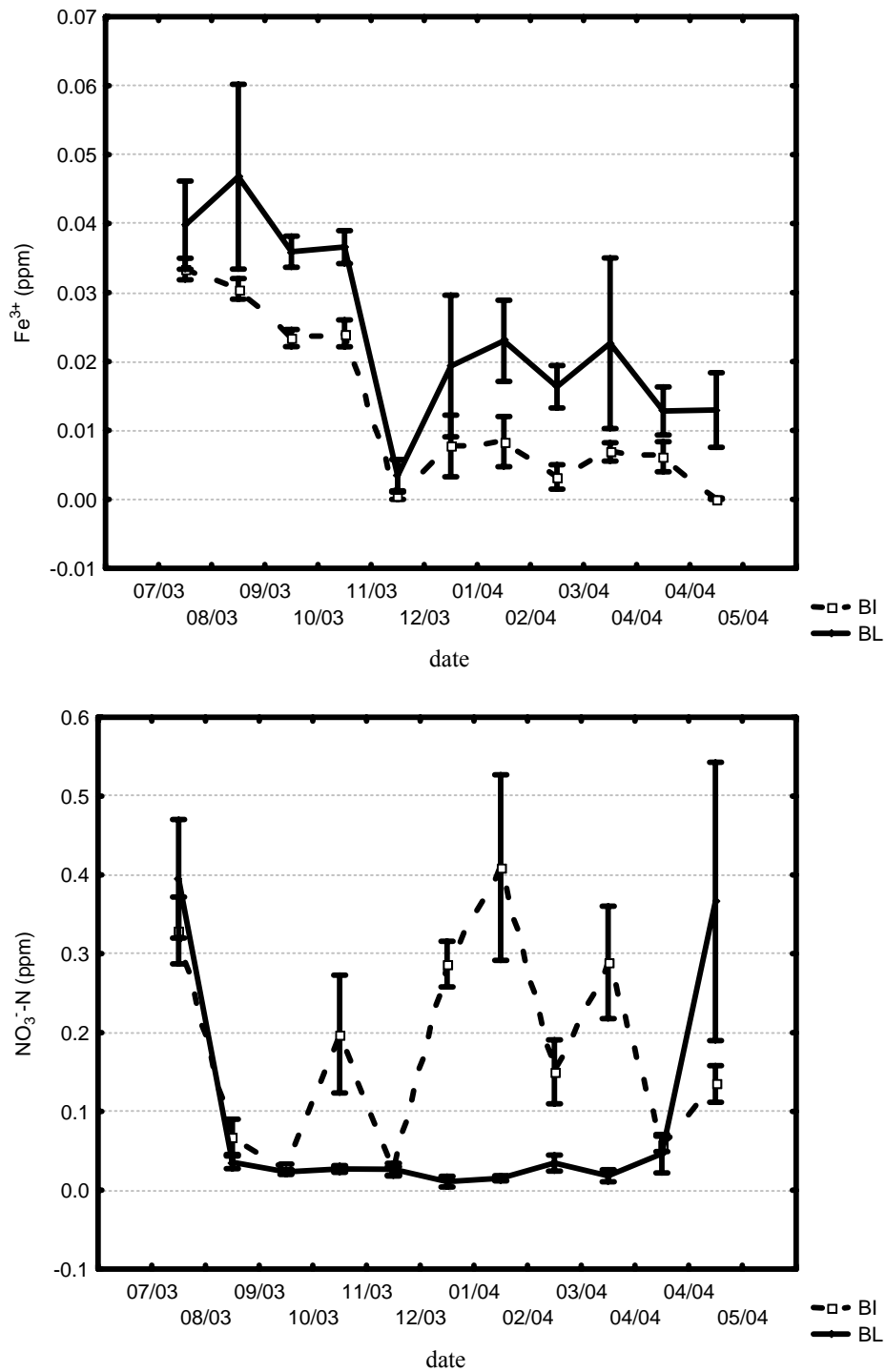


圖 9 卵葉羽蘚上方穿落水及其滲流水之化學組成，以 NO_3^- -N、 Fe^{3+} 為例。資料來源為 2003 年 7 月至 2004 年 5 月。

4.5 BI 輸入總量與 BL 輸出總量

苔蘚上方穿落水離子輸入總量及苔蘚滲流水之離子輸出總量如表 8 所示。苔蘚上方穿落水平均輸入 24.3kg ha^{-1} 的 SO_4^{2-} 、 10.9 kg ha^{-1} 的 K^+ ，少量的重金屬離子及 H^+ ，而 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 及 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的輸入量則分別為 1.2 及 1.7 kg ha^{-1} 。苔蘚滲流水平均輸出之離子量普遍較穿落水低，如 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 及 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 輸出量僅 0.7 、 0.6 kg ha^{-1} ，相反的， H^+ 、 Ca^{2+} 、 tN 輸出量變高，可能為苔蘚植物的陽離子交換及降水的淋洗作用所導致。 H^+ 的輸出以泥炭苔地墊最多， Ca^{2+} 的輸出以卵葉羽蘚最為明顯，泥炭苔則有 11.2 kg ha^{-1} 的 tN 輸出量。

表 8 BI 輸入總量與 BL 輸出總量。資料來源為 2003 年 7 月至 2004 年 5 月。br1 為東亞指葉蘚，br2 為絨蘚，br3 為卵葉羽蘚，br4 代表檜苔，br5a 及 br5t 則分別代表泥炭苔與泥炭苔地墊。

Elements (kg ha ⁻¹)		average	br1	br2	br3	br4	br5a	br5t
SO ₄ ²⁻	BI	24.3	24.2	23.4	26.4	22.8	24.4	24.1
	BL	14.2	10.4	12.0	17.2	14.6	17.2	14.0
H ⁺	BI	0.04	0.04	0.04	0.06	0.03	0.04	0.05
	BL	0.12	0.04	0.03	0.10	0.10	0.08	0.40
K ⁺	BI	10.9	10.8	13.0	11.7	11.1	9.3	9.2
	BL	6.9	6.6	7.8	6.7	7.6	8.4	4.0
Na ⁺	BI	7.0	6.9	6.5	7.5	6.6	7.2	7.3
	BL	4.2	3.8	3.9	5.3	4.9	3.6	3.6
Mg ²⁺	BI	3.0	2.8	3.2	3.5	2.8	2.6	2.9
	BL	2.0	1.4	1.9	2.1	2.2	2.8	1.8
Ca ²⁺	BI	7.0	6.7	6.9	8.4	6.3	7.0	6.9
	BL	7.3	5.5	8.0	10.1	6.5	8.6	4.8
Mn ²⁺	BI	0.8	0.8	0.8	0.9	0.6	0.8	0.8
	BL	0.4	0.3	0.3	0.7	0.4	0.6	0.3
Fe ³⁺	BI	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	BL	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
Al ³⁺	BI	0.9	0.7	1.1	1.1	0.9	0.7	0.7
	BL	0.6	0.5	0.5	0.4	1.0	0.9	0.4
NH ₄ ⁺ -N	BI	1.2	1.2	1.0	1.2	1.6	1.1	1.4
	BL	0.7	0.8	0.8	0.5	0.7	0.9	0.5
NO ₃ ⁻ -N	BI	1.7	1.8	1.3	1.7	1.9	1.5	1.8
	BL	0.6	0.5	0.6	0.7	0.9	0.6	0.6
tN	BI	4.8	5.1	4.1	5.0	5.3	4.4	5.3
	BL	6.3	4.8	6.2	4.7	5.4	11.2	5.4

4.6 苔蘚植物之截留總量與單位乾重之截留能力

苔蘚上方穿落水之離子輸入量扣除苔蘚滲流水之離子輸出量即為苔蘚的離子截留量 (Retention, RT)。如表 9 所示，大多數苔蘚可截留 Na^+ 、 K^+ 、 Mn^{2+} 而釋放 tN 、 H^+ 及 Ca^{2+} 。東亞指葉蘚截留上方穿落水 57% 的 SO_4^{2-} 、52% 的 Mg^{2+} ，及 67% 的 Mn^{2+} 。絨蘚則對重金屬離子 (Al^{3+} 、 Mn^{2+} 、 Fe^{3+}) 的截留量較高，均佔上方輸入穿落水的 50% 以上。泥炭苔與泥炭苔地墊對離子的截留與釋放現象差異甚大，泥炭苔地墊大多截留所有離子，而釋放大量的 H^+ ，約為 7 倍以上的穿落水輸入量。所有苔蘚對 NO_3^- -N 皆有明顯截留，其中以東亞指葉蘚的截留量最高，約可截留上方輸入穿落水的 72%。

依據面積估算法得知，東亞指葉蘚、絨蘚、卵葉羽蘚、檜苔、泥炭苔、泥炭苔地墊之單位面積苔蘚乾重分別為 79.0、124.6、173.3、112.4、115.8、231.7 g m^{-2} 。以苔蘚單位乾重的截留能力來看，每公克的東亞指葉蘚可截留 14.2kg 的水，以下依次為檜苔 (10.8 kg g^{-1})、泥炭苔 (8.3 kg g^{-1})、絨蘚 (7.9 kg g^{-1})、卵葉羽蘚 (7.3 kg g^{-1})、泥炭苔地墊 (6.6 kg g^{-1})。陽離子方面，東亞指葉蘚對 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 K^+ 的截留能力較高，分別為 3.9、1.9 及 5.2 mg g^{-1} 。重金屬方面，每公克的東亞指葉蘚可截留 0.7mg 的 Mn^{2+} ，其次為絨蘚 (0.4 mg g^{-1})，而 Al^{3+} 的截留則以絨蘚較佳 (0.5 mg g^{-1})。每公克的東亞指葉蘚可截留 1.6mg 的 NO_3^- -N，對 NH_4^+ -N 的截留則以檜苔能力較佳 (0.8 mg g^{-1})，東亞指葉蘚次之 (0.5 mg g^{-1}) (圖 10)。

表 9 苔蘚植物之離子截留量。資料來源為 2003 年 7 月至 2004 年 5 月。br1 為東亞指葉蘚，br2 為絨蘚，br3 為卵葉羽蘚，br4 代表檜苔，br5a 及 br5t 則分別代表泥炭苔與泥炭苔地墊。

Retention (kg ha ⁻¹)	average	br1	br2	br3	br4	br5a	br5t
SO ₄ ²⁻	10.1	13.7	11.4	9.2	8.2	7.2	10.1
H ⁺	-0.08	0.00	0.01	-0.04	-0.06	-0.04	-0.35
K ⁺	4.1	4.1	5.2	5.0	3.5	0.9	5.3
Na ⁺	2.8	3.1	2.6	2.2	1.7	3.6	3.7
Mg ²⁺	1.0	1.5	1.3	1.4	0.7	-0.2	1.1
Ca ²⁺	-0.2	1.2	-1.2	-1.7	-0.2	-1.6	2.1
Mn ²⁺	0.4	0.5	0.5	0.2	0.2	0.3	0.5
Fe ³⁺	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	-0.1	0.1
Al ³⁺	0.2	0.2	0.6	0.7	-0.1	-0.3	0.3
NH ₄ ⁺ -N	0.5	0.4	0.2	0.6	0.9	0.2	0.9
NO ₃ ⁻ -N	1.0	1.3	0.7	1.0	1.0	0.9	1.2
tN	-1.4	0.3	-2.1	0.3	-0.1	-6.8	-0.2

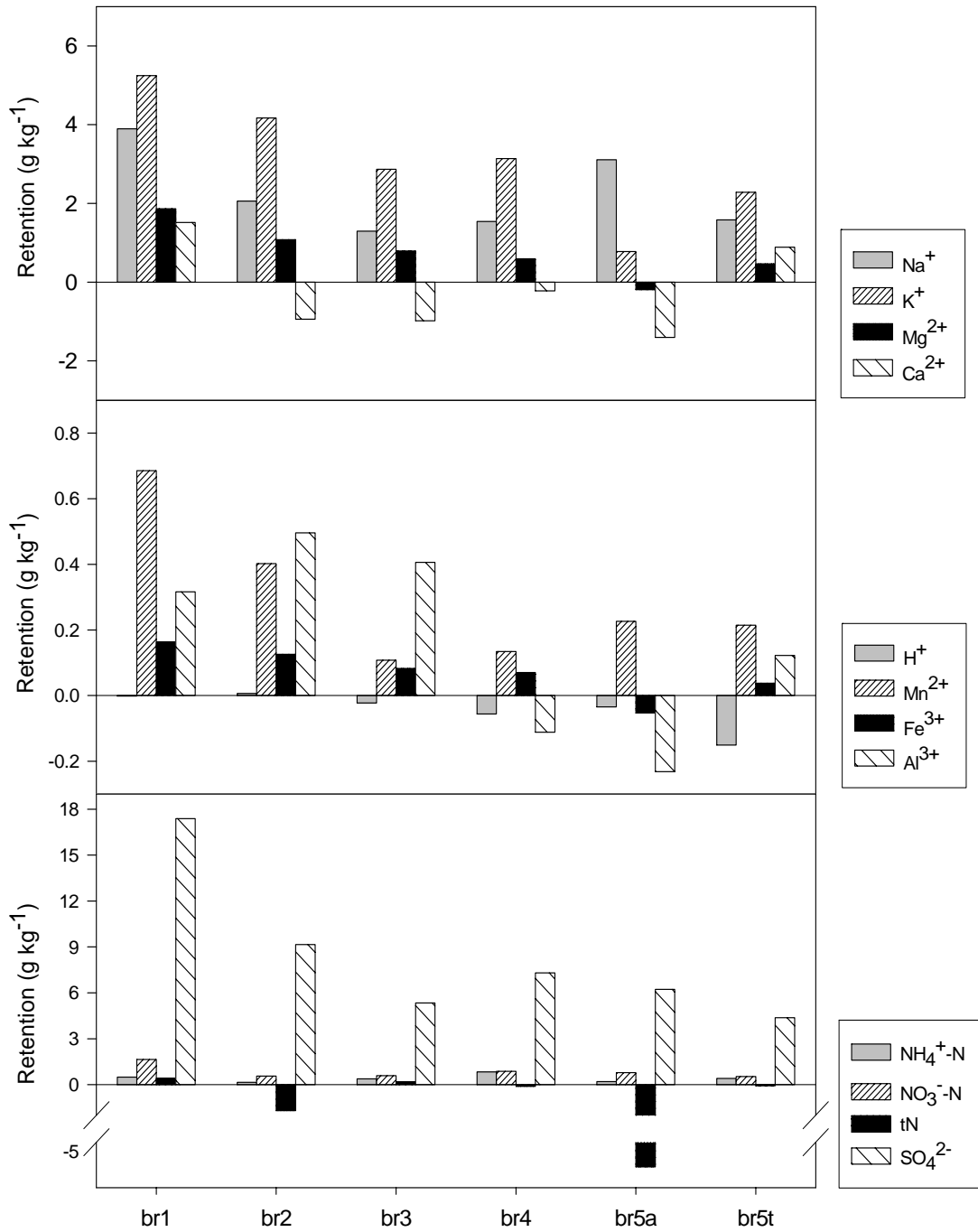


圖 10 不同種類苔蘚之離子截留能力。資料來源為 2003 年 7 月至 2004 年 5 月。br1 為東亞指葉蘚，br2 為絨蘚，br3 為卵葉羽蘚，br4 代表檜苔，br5a 及 br5t 則分別代表泥炭苔與泥炭苔地墊。

4.7 研究區之水分及養分收支

配合地被調查結果得知，東亞指葉蘚、絨蘚、卵葉羽蘚、檜苔、泥炭苔於本研究區覆蓋度分別為 18%、9%、1%、2%、1%，總覆蓋度約地表的 31%（圖表中以 main-B 表示），其生物量共佔所有地表苔蘚植物的 44%。研究區內其他苔蘚覆蓋度約為 52%（圖表中以 other-B 表示），生物量為苔蘚總量的 56%，計有 17% 的地表無苔蘚植物覆蓋（圖表中以 non-B 表示）。

估算 2003 年 7 月至 2004 年 5 月期間，鴛鴦湖森林生態系水分收支如圖 11 所示。BP 所輸入之水量為 2618mm，經樹冠層截留之 TF 水量為 2337mm，經過東亞指葉蘚等五種苔蘚植物截留後輸入土壤之水量為 385mm，而經過其他苔蘚植物截留後輸入土壤之水量有 835mm，而經過無苔蘚植物覆蓋之地表進入土壤之水量則有 397mm，總計地表苔蘚截留 719mm 的水量，相當於 TF 水量的 31%。其他離子之收支如表 10 所示。以 Mn^{2+} 為例，由 BP 所輸入生態系之 Mn^{2+} 流量為 $0.1kg\ ha^{-1}$ ，經過樹冠層的淋出提高 7 倍，而經過苔蘚植物進入土壤之輸入量則降低為 $0.5\ kg\ ha^{-1}$ ，相反的，穿落水經過苔蘚植物後增加 $0.01\ kg\ ha^{-1}$ 的 H^+ 及 $0.8\ kg\ ha^{-1}$ 的 tN 入土壤層。

地表苔蘚植物覆蓋與否導致單位面積土壤之離子輸入量的不均。如圖 12 所示，在無苔蘚植物覆蓋的地表，土壤輸入 NO_3^- -N 量為 $0.17g\ m^{-2}$ ，而在有苔蘚覆蓋處之土壤輸入 NO_3^- -N 量僅為 $0.06-0.1\ g\ m^{-2}$ 。其他如 NH_4^+ -N、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{+2} 亦因苔蘚植物的截留而造成單位面積土壤可接收之離子量較無苔蘚覆蓋處為低。而 H^+ 則有從苔蘚植物淨釋出的現象，此結果顯示地表苔蘚植物覆蓋的有無造成鴛鴦湖森林生態系土壤離子輸入量的空間異質性。

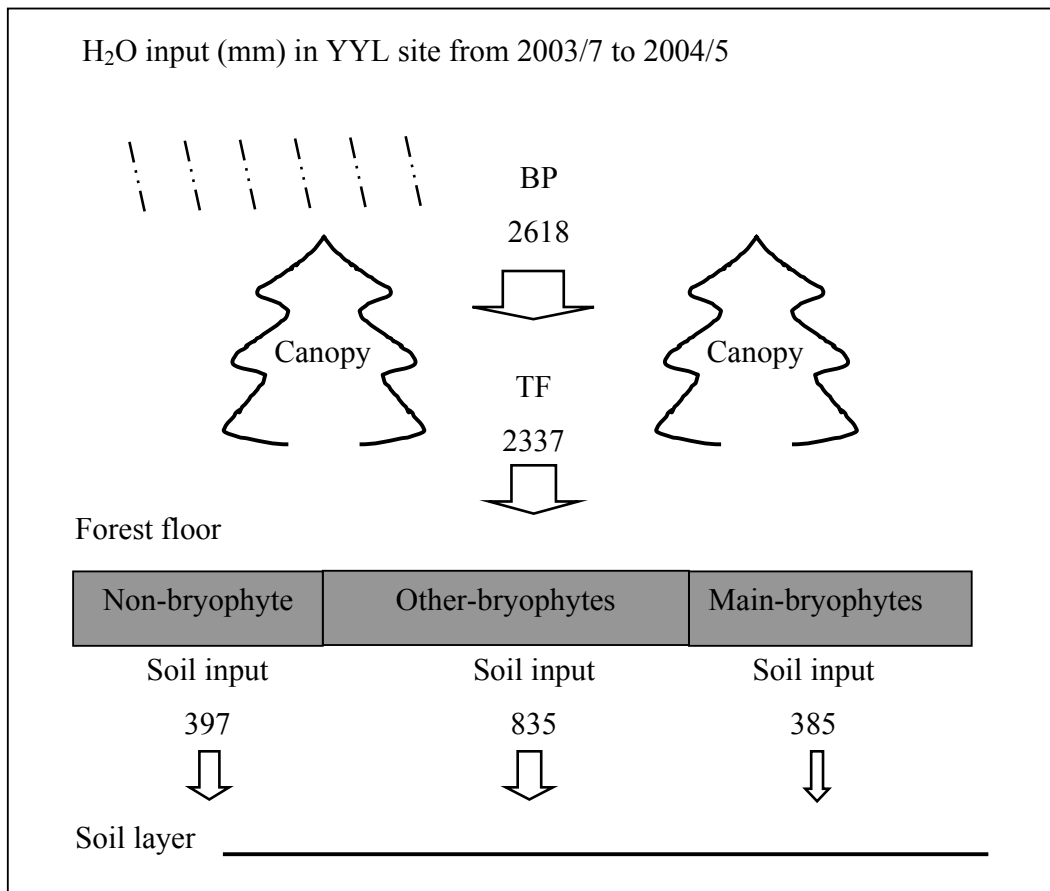


圖 11 鴛鴦湖森林生態系於 2003 年 7 月至 2004 年 5 月之水分收支。Non-B 代表無苔蘚覆蓋處，main-B 為東亞指葉蘚等五種苔蘚植物覆蓋處，other-B 則代表其他苔蘚植物。

表 10 鴛鴦湖森林生態系於 2003 年 7 月至 2004 年 5 月之養分收支。Non-B 代表無苔蘚覆蓋處，main-B 為東亞指葉蘚等五種苔蘚植物覆蓋處，other-B 則代表其他苔蘚植物。RT 為苔蘚截留量，BL 指從苔蘚覆蓋處輸出之離子量，即土壤輸入量。

2003/7-2004/5	H ₂ O	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	TN	
	mm	kg ha ⁻¹												
BP	2618	22.1	0.10	7.1	4.2	2.5	5.1	0.1	0.4	0.9	2.3	2.9	10.1	
TF	2337	23.6	0.08	7.5	9.1	2.3	6.6	0.7	0.3	0.6	1.4	1.7	4.9	
non-B	397	4.0	0.01	1.3	1.6	0.4	1.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.8	
other-B	RT	380	3.6	-0.01	0.9	1.3	0.3	-0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	-0.6
	BL	835	8.7	0.05	3.0	3.5	0.9	3.6	0.3	0.1	0.3	0.5	0.5	3.1
main-B	RT	339	3.9	0.00	0.9	1.3	0.4	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.3	-0.2
	BL	385	3.5	0.03	1.4	1.5	0.3	2.0	0.1	0.0	0.1	0.3	0.2	1.7

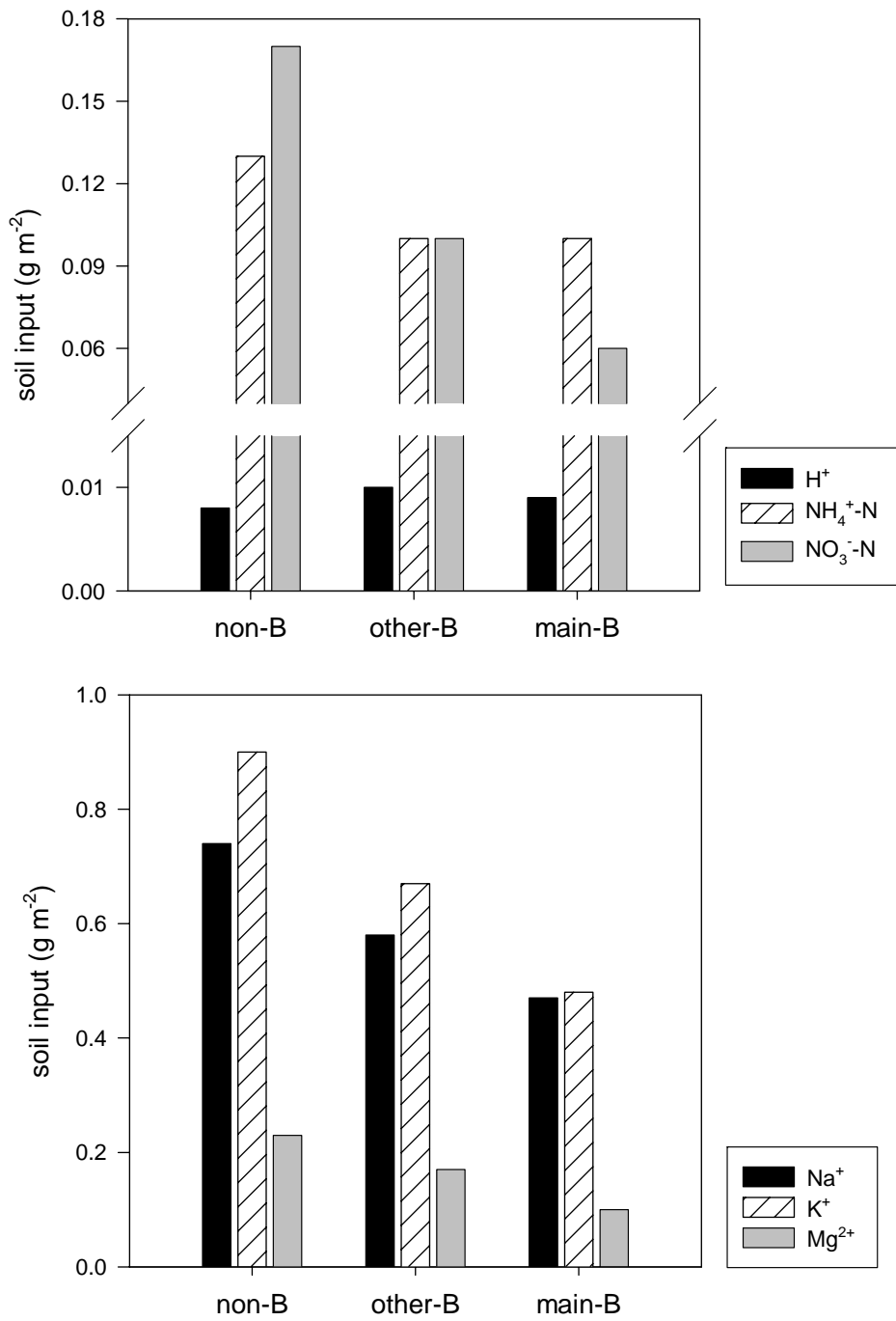


圖 12 鴛鴦湖森林生態系不同地表狀況之土壤層離子輸入量。Non-B 代表無苔蘚覆蓋處，main-B 為東亞指葉蘚等五種苔蘚植物覆蓋處，other-B 則代表其他苔蘚植物。

5. 討論

5.1 地被植物之物種豐富度

據本研究之調查結果，30cm 以下地被層之木本植物均為闊葉樹種，包括小灌木紫金牛、台灣土伏苓 (*Smilax lanceifolia*) 等 5 種藤本植物，以及台灣樹參 (*Dendropanax dentiger*) 等 17 種木本植物小苗。據陳 (2003) 之調查結果，鴛鴦湖長期生態研究區以台灣扁柏為優勢樹種，其相對密度、相對頻度及相對胸高斷面積均為所有樹種最高者，但本研究調查中並沒有記錄到台灣扁柏小苗，顯示台灣扁柏的更新能力可能不如其他闊葉樹種，而現今以台灣扁柏為優勢樹種之單純林相應為數十年前人為撫育所致，因此未來闊葉樹種極可能逐漸取代部分競爭力較弱之台灣扁柏，形成以台灣扁柏為主冠層，闊葉樹為次冠層之針闊混合林。據陳 (2003) 之植被調查結果，鴛鴦湖長期生態研究區之闊葉樹種以樟科所佔物種數最多，但株數與頻度則以台灣樹參及白花八角為最，而據本研究之調查，闊葉樹小苗以台灣樹參最多，紅楠及白花八角次之，物種數亦以樟科為最多，此結果顯示台灣樹參、白花八角及樟科植物可能是本研究區闊葉樹種中更新潛力較佳者。此外，本研究區之地表基質以枯落物腐質植、樹根及枯倒木為主，而在本研究進行當中發現許多木本、草本小苗生長於苔蘚群落之中，顯示地表群聚生活型之苔蘚植物可能為研究區樹種之重要種子床 (seedbed)。

本研究調查記錄之地被層苔蘚植物有 35 種，佔地被植物物種數的 45%，顯示苔蘚植物於鴛鴦湖長期生態研究區所佔物種豐富度之重要性。苔蘚植物之物種數通常較維管束植物為多，主要因素為兩者之生活策略差異所導致。苔蘚植物是機會主義者，意即苔蘚孢子一旦著落在生長條件適宜之微環境，即可迅速完成其生活史，所以苔蘚植物可生長於岩石、土壤、朽倒木等種種基質之上，比起生命週期較長、光度及水分、養分要求較高之維管束植物則有較佳之物種歧異度。且據本研究結果，大部分苔蘚植物之頻度較維管束植物高，顯示苔蘚植物不同種類、不同生活型可混生的生長策略，相對於此，維管束植物對於光線與養分的競爭作用則較強，反映明顯區隔的生態區位。

鴛鴦湖長期生態研究區之雲霧籠罩時間常，相對濕度亦高，潮濕的環境提供苔蘚植物適宜的生長棲地。對於苔蘚植物來說，增加森林生態系中基質的多樣性，如枯倒木、老樹殘株等等，可增加苔蘚的物種豐富度 (Kimmerer and Young, 1996; Jonsson and Esseen, 1990)。本研究區的枯倒木數量很多，提供苔蘚植物除了土壤、岩石、枯落物腐植質以外更為多樣的生長基質，可能因此使得本研究區苔蘚植物更為豐富。

5.2 地被植物之生物量

Rieley *et al.* (1979) 在英國北威爾斯橡樹森林兩個樣區所做的研究結果顯示，兩個樣區的地被生物量分別為 187.6 g m^{-2} 及 311.2 g m^{-2} ，而地表苔蘚植物生物量分別 158 g m^{-2} 及 286 g m^{-2} ，所佔地被生物量比例高達 84% 及 92%，其養分含量則佔地被總量的 85-95%。Yarie (1980) 比較三個不同潮濕程度的森林生態系地被植物覆蓋度與生物量的差異，調查結果顯示地被生物量的多少與主冠層 (overstory) 的生物量成反比，其地被植物總生物量分別為 40、54.1、 330.9 g m^{-2} ，其中苔蘚植物的生物量分別為 10.8、11.7、 45.3 g m^{-2} ，佔地被生物量比例分別為 27%、21%、14%。而 González-Hernández, *et al.* (1998) 在西班牙橡樹森林的研究則指出，地被生物量與主冠層的覆蓋程度呈明顯負相關。雖然主冠層對光與養分的競爭會造成地被生物量的減少，但主冠層複雜的林冠結構亦可提供附生性苔蘚植物多樣的生長基質，增加苔蘚植物的物種豐富度及生物量 (Acebey, *et al.*, 2003)。如 Lesica, *et al.* (1991) 於蒙大拿的調查結果即顯示，老熟林 (old-growth forest) 中的苔蘚植物較次生林豐富，其原因除了生長基質的提供，鬱閉的冠層使得林內濕度較高，亦有利於苔蘚植物的生長。

本研究調查結果，鴛鴦湖長期生態研究區地被植物生物量為 83.5 g m^{-2} ，其中苔蘚生物量為 69.4 g m^{-2} ，佔地被植物總生物量的 83%，較其他針葉林之研究結果為高 (表 11)。潮濕的環境有利於苔蘚植物的生長 (Rieley *et al.*, 1979; Bisbee *et al.*, 2001; Delucia *et al.*, 2003)，本樣區為典型的雲霧森林，雲霧籠罩時數高達 3417 小時 (2000 年 7 月至 2001 年 6 月)，將近全年總時數的 40% (Chang *et al.*, 2002)，相對濕度亦常高達 90% 以上，潮濕的環境極提供苔蘚植物極佳的生長環境，使得其生物量遠遠超過地表其他維管束植物。

表 11 不同森林生態系之地被層苔蘚生物量(g m⁻²)。

Ecosystem	Biomass (g m ⁻²)	Reference
Deciduous forest, U.S.A.	2-3	Forman(1969)
Coniferous/deciduous forest, U.S.A	8-25	Forman(1969)
Coniferous forest, British Columbia	10.8-45.3	J. Yarie(1980)
Coniferous forest, U.S.A	58-61	Forman(1969)
Cloud forest, Taiwan	69.5	this study
Alpine, U.S.A.	170-238	Forman(1969)
Coniferous forest, Poland	262	J. O. Rieley(1979)

5.3 地被植物之養分濃度

本研究區地被層維管束植物與苔蘚植物的平均養分濃度 $N > K^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} > P$ (圖 4)，與 Yarie (1980) 於英國哥倫比亞 *Vaccinio-Tsugetum mertensiana* site 所進行之研究結果類似，但地被植物的 N 濃度普遍較 Yarie (1980) 的研究結果為低，約 1.5-2.2%，亦使得本研究中苔蘚植物平均之 N/P 較低 (5.7 vs. 8.8)。Yarie (1980) 的研究指出苔蘚植物的主要養分 (macronutrients) 含量低於維管束植物，本研究亦有相同之發現，推究其原因應為養分來源之差異所致。苔蘚植物的養分來源大多來自降水，僅小部分取自生長基質，而維管束植物則主要藉由根系吸收土壤中的養分，可能因此使得苔蘚植物與維管束植物之主要養分濃度有所差異。但本研究中地表苔蘚植物的平均 K^+ 濃度高於維管束植物，不同於 Yarie (1980) 之研究。雖然植物體表面的 K^+ 極易隨雨水淋出，但本研究結果發現東亞指葉蘚等 5 種苔蘚植物可截留 K^+ (圖 10)，可能因此使得部分苔蘚之 K^+ 濃度高於維管束植物。另外，本研究中地表苔蘚植物的 C、N 濃度較維管束植物為低，C/N 則稍高於維管束植物 (26 vs. 25)，此暗示苔蘚植物與維管束植物的分解速率可能有所差異。

不同種類的苔蘚植物其養分含量有所差異。本研究中，東亞指葉蘚及絨蘚的 K^+ 濃度明顯較其他苔蘚植物為高，如東亞指葉蘚的 K^+ 濃度甚至為泥炭苔的四倍之多，檜苔的 P、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 濃度則明顯較其他種類為低 (表 4)，而 Yarie (1980) 的研究亦發現，在不同森林中的地表苔蘚植物養分含量差異甚大，如 K^+ 介於 0.91-1.32%， Ca^{2+} 介於 0.27-0.55%，且不僅是地表苔蘚植物，生長於不同樹冠部位的附生性苔蘚植物其養分濃度亦有所不同 (Hofstede *et al.*, 1993; Hsu *et al.*, 2002)。從圖 10 可知，東亞指葉蘚對

K⁺的截留能力明顯較泥炭苔為高，且不同種類的苔蘚植物對 K⁺的截留能力（抵抗淋溶的能力）亦不一，因此可能使得不同苔蘚 K⁺濃度差異甚大。

比較 Hofstede *et al.* (1993) 的研究結果可知，一般附生性苔蘚植物的主要養分濃度較地表苔蘚植物為低，其原因可能是附生性苔蘚植物依賴降水之養分來源較地表苔蘚植物更為強烈。本研究苔蘚植物的 Ca²⁺濃度差異甚大，最高為比賴苔的 5.6mg g⁻¹，最低為檜苔，僅 1.4mg g⁻¹。據 Rieley *et al.* (1979) 的研究，泥炭苔 (*Sphagnum fuscum*) 植物體中的 Ca²⁺濃度極高，此現象與基質 Ca²⁺含量的多寡有密切的關係。亦有部分的研究指出，苔類植物可直接或間接地從基質獲取養分，所以其植物體的養分濃度往往可反應基質的化學性質 (Bate, 1982; Ron *et al.*, 1999)，而水生苔類的敏感程度甚至可反應不同河段溪水之化學性質 (Garcia-Álvarez *et al.*, 2000)。但 Robison *et al.* (1989) 認為苔蘚植物並不會直接利用基質所提供的養分，而是吸收穿落水或雪水中的淋溶物質。由於本研究區地表苔蘚植物的生長基質多為枯落物腐質植，所以並不能明確看出苔蘚養分濃度之差異與基質間的關係，但是從表 4 可知，東亞指葉蘚等大多數苔蘚植物之 Ca²⁺濃度差異不大（約 4.5mg g⁻¹ 左右），僅檜苔最低，因為東亞指葉蘚等大多數苔蘚植物之生活型為墊狀群聚，而檜苔為叢狀群聚，據此推論不同的生活型可能使得苔蘚養分濃度有所差異。此外，不同苔蘚對離子的利用程度不一 (Tyler *et al.*, 1995; Cleavitt, 2001)，亦可能使得植物體養分濃度有所差異。

5.4 地表苔蘚植物之降水截留蒸發

據 Putuhena and Cordery (1996) 之研究，地被上的枯落葉 (leaf litter)、枝條枯落物 (stem and branch litter)、及草地植被 (grass vegetation) 其降水的截留量分別為 47%、8%、45%，此結果顯示森林地被層中不同的組成分對降水的截留能力有所差異。Rieley *et al.* (1979) 針對 *Rhytidiadelphus loreus* 及 *Polytrichum formosum* 所進行為期 3 個月的實驗結果指出，此兩種苔蘚分別可截留 19%及 16%的穿落水，而 Price *et al.* (1997) 為期一年的研究則顯示，呈墊狀群聚的地表苔蘚植物 *Pleurozium schreberi*，平均可截留 23%的穿落水。Rincon and Grime (1989) 的研究則指出，不同種類的苔蘚植物對於截留與控制水分流失的能力有所差異。從圖 6 可知，本研究地表苔蘚植物平均可截留 51% 的穿落水，與 Rieley *et al.* (1979) 及 Price *et al.* (1997) 之研究結果差異甚大。因為本研究使用氯離子平衡估計苔蘚滲流量，與 Rieley *et al.* (1979) 及 Price *et al.* (1997) 之實驗方法不同，難以比較不同苔蘚其對降水截留蒸發的差異。且由於降水之 Cl⁻濃度

有可能受可溶性有機碳 (dissoluble organic carbon, DOC) 之影響，所以以氯離子平衡估算苔蘚滲流量之結果仍有待驗證。另外，本研究並無法估計苔蘚植物表面逕流 (surface runoff) 之水量，可能因此高估苔蘚之截留量，所以對於地表苔蘚對降水之實際截留蒸發量仍有待更進一步之研究。

5.5 苔蘚對穿落水化學組成之影響

雖然本研究對於苔蘚截留水量可能有所高估，但仍嘗試以實驗結果討論苔蘚對穿落水化學組成之影響。當雨水穿過苔蘚植物時，會因為苔蘚的吸收、離子交換與淋洗作用將導致雨水化學組成改變。一般來說苔蘚植物細胞表面的陽離子交換能力較維管束植物為高，可改變穿落水的化學組成。從表 9 可知，大部分苔蘚滲流水 H^+ 流量明顯高於上方穿落水，應為苔蘚植物將 H^+ 釋出以交換其他陽離子所導致，而泥炭苔地墊滲流水之 H^+ 流量較泥炭苔滲流水高出 4 倍之多，可能是從泥炭苔死亡植物體淋出之有機酸使其滲流水 H^+ 濃度變高。Rieley *et al.* (1979) 的研究指出，當雨水穿過苔蘚層，其中的 K^+ 及 Ca^{2+} 會被吸收， Mg^{2+} 則被淋出，對於 NH_4^+ 、 NO_3^- 的吸收則依苔蘚種類有所不同。但本研究結果顯示，大部分離子可被苔蘚植物截留，僅 Ca^{2+} 及 tN 從某些苔蘚層淋出 (表 9)，而 tN 的淋出則意味著 DON 從苔蘚層淋出。 Ca^{2+} 通常以可交換的形式存在於苔蘚細胞壁，相較存在於細胞內的 K^+ 可能更容易被淋出，且當 K^+ 、 Mg^{2+} 從細胞內釋出，也極易被帶負電的細胞壁所吸附 (Bates, 1997)，所以可能使得苔蘚滲流水 K^+ 、 Mg^{2+} 流量低於穿落水。苔蘚可截留穿落水中的 NO_3^- -N 及 NH_4^+ -N，但以 NO_3^- -N 較為顯著，此現象應為苔蘚植物的吸收所導致。許多報告指出苔蘚植物對重金屬離子的截留非常顯著 (Samecka-Cymerman and Kempers, 1998; Fernández *et al.*, 2002)，而使得植物體之重金屬離子濃度高於一般維管束植物。本研究中苔蘚植物對重金屬離子 Mn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 有明顯截留，但由於尚未分析苔蘚植物體重金屬離子濃度，因而無法與前人研究相比較。另外，泥炭苔與泥炭苔地墊對離子的截留與釋放差異大 (表 9)，意味著經過泥炭苔所淋出的離子大部分可為泥炭苔地墊所截留。

降水的強度、頻度、乾旱時間的長短，及苔蘚面對濕度改變種種的生理反應，皆可能影響滲流水的離子量。據 Wilson and Coxson (1999) 的研究，當環境回濕的時候，原本處於休眠狀態的苔蘚植物生理代謝作用重新啟動，使得降水中的 TOC 及 K^+ 含量變多，比較不同時期之降雨量與 TOC 及 K^+ 的釋放量的關係可知，TOC 及 K^+ 的釋放量與降雨量明顯呈現正相關，所以苔蘚植物改變降水化學組成的程度與氣候狀況有著密切的

關係。本研究目前雖未分析季節性的差異及單次降雨強度對苔蘚的影響，但微環境濕度的變化影響苔蘚的生理反應極大，勢必影響苔蘚滲流水的化學組成，因此濕度的變化、乾燥時期的長短等環境因子與苔蘚植物的關係，在結束為期一年的實驗後，會再做更進一步的分析及討論。

6. 結論

本研究區地被植物種類共計 52 科 62 屬 78 種，苔蘚植物計有 22 科 25 屬 35 種，佔地被植物種數的 45%，其覆蓋度為全部地面的 83%。樣區內地被植物生物量為 $834.6 \pm 40 \text{ kg ha}^{-1}$ ，苔蘚植物生物量為 $695 \pm 38 \text{ kg ha}^{-1}$ ，所佔地被總生物量比例為 83%。地被總碳、總氮量分別為 375 及 15 kg ha^{-1} ， Ca^{2+} 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、P 的養分含量分別為 3.9、11.6、1.0、0.2、2.6 kg ha^{-1} ，其中苔蘚植物養分含量所佔總地被養分庫之比例為 73-90%，以上結果顯示苔蘚植物為本研究區地被層極重要之組成份子。潮濕的環境及基質的多樣性，可能是本研究區苔蘚植物豐富的主要原因。養分來源的差異是導致苔蘚與維管束植物體養分濃度不同的主要因素，而苔蘚植物體養分濃度的差異，則可能與其生活型、離子截留能力有關。

總計 2003 年 7 月至 2004 年 5 月，林外雨總流量為 2618mm，穿落水總流量為 2337mm。苔蘚上方輸入之穿落水約 2135-2393mm (mean 2289mm)，存在些微但不顯著之空間變異。苔蘚滲流水總流量平均約 1122mm，東亞指葉蘚、絨蘚、卵葉羽蘚、檜苔、泥炭苔、泥炭苔地墊等地表苔蘚植物截留 41-64% (平均 51%) 的上方穿落水，增加降水的截留蒸發量而影響水文循環過程。各苔蘚上方穿落水的陰、陽離子平均濃度差異不大，但經過苔蘚植物之滲流水其 tN 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 H^+ 濃度普遍提高，其他離子，如 K^+ 、 Mg^{2+} 的濃度變化則視苔蘚種類有所不同。大多數苔蘚可截留 Na^+ 、 K^+ 、 Mn^{2+} ，而 tN 、 H^+ 及 Ca^{2+} 有自苔蘚層釋出之現象。東亞指葉蘚等五種苔蘚對 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 皆有明顯截留，其中以東亞指葉蘚的截留能力最高，而檜苔對 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 的截留能力則較佳。

據推估，鴛鴦湖長期生態研究區之地表苔蘚植物於試驗其間共截留 719mm，約 31% 的穿落水，及 0.3 kg ha^{-1} 的 Mn^{2+} 、 0.6 kg ha^{-1} 的 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 、 0.7 kg ha^{-1} 的 Mg^{2+} 等離子，分別佔穿落水輸入量的 43%、35%、及 30%，而有 0.01 kg ha^{-1} 的 H^+ 、 0.2 kg ha^{-1} 的 Ca^{2+} 及 0.8 kg ha^{-1} 的 tN 自苔蘚層釋出。據此推論，在無苔蘚植物覆蓋之地表，其土壤輸入 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 量為 0.17 g m^{-2} ，而在有苔蘚覆蓋處其土壤輸入 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 量僅 $0.06\text{-}0.1 \text{ g m}^{-2}$ ，其他如 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 等離子亦被苔蘚植物截留而造成土壤輸入離子量較無苔蘚覆蓋處為低。此結果顯示地表苔蘚植物分佈的不均造成研究區土壤離子輸入量的空間異質性。

7. 參考文獻

- 吳鵬程主編 (1998) , 苔蘚植物生物學, 頁131-147, 科學出版社, 北京。
- 陳耀德 (2003) , 鴛鴦湖森林生態系大氣養分輸入之探討, 國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- Acebey, A., Gradstein, S.R., Krömer, T. (2003) Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*. 19, 9-18.
- Alaback, B.P. (1982) Dynamics of understory biomass in Sitka spruce-western Hemlock forests of southeast Alaska. *Ecology*. 63(6), 1932-1948.
- Aldous, A.R. (2002) Nitrogen translocation in sphagnum mosses: effects of atmospheric nitrogen deposition. *New Phytologist*. 156, 241-253.
- Bate, J.W. (1982) The role of exchangeable calcium in saxicolous calcicole and calcifuge mosses. *New Phytologist*. 90, 239-252.
- Bate, J.W. (1987) Nutrient retention by *Pseudoscleropodium purum* and its relation to growth. *Journal of Bryology*. 14, 565-580.
- Bates, J.W. (1997) Effects of intermittent desiccation on nutrient economy and growth of two ecologically contrasted mosses. *Annals of Botany*. 79, 299-309.
- Bates, J.W. (1993) Regional calcicolity in the moss *Rhytidiadelphus triquetrus*: survival and chemistry of transplants at a formerly SO₂-polluted site with acid soil. *Annals of Botany*. 72, 449-455.
- Berg, A., Gärdenfors, U., Hallingbäck, T., Norén, M. (2002) Habitat preferences of red-listed fungi and bryophytes in woodland key habitats in southern Sweden—analyses of data from a national survey. *Biological Conservation*. 11, 1479-1503.
- Berg, B. (1984) Decomposition of moss litter in a mature Scots pine forest. *Pedobiologia*. 26, 301-308.
- Bergamini, A., Pauli, D., Peintinger, M., Schmid, B. (2001) Relationships between productivity, number of shoots and number of species in bryophytes and vascular plants. *Journal of Ecology*. 89, 920-929.

- Bharali B. and Bates J.W. (2002) Soil cations influence bryophyte susceptibility to bisulfite. *Annals of Botany*. 90, 337-343.
- Bisbee, K.E., Gower, S.T., Norman, J.M. (2001) Environmental controls on ground cover species composition and productivity in a boreal black spruce forest. *Oecologia*. 129, 261-270.
- Bowden, R.D. (1991) Inputs, outputs, and accumulation of nitrogen in an early successional moss (*Polytrichum*) ecosystem. *Ecological Monographs*. 61(2), 207-223.
- Bragazza, L. and Gerdol, R. (2002) Are nutrient availability and acidity-alkalinity gradients related in Sphagnum-dominated peatlands? *Journal of Vegetation Science*. 13, 473-482.
- Brown, D. H. (1982) Mineral nutrition. In *Bryophyte Ecology* (A. J. E. Smith, Ed.) , pp. 383-443. Academic Press, London.
- Busby, J.R., Bliss, L.C., Hamilton, C.D. (1978) Microclimate control of growth rates and habitats of the boreal forest mosses, *Tomenthypnum nitens* and *Hylocomium splendens*. *Ecological monographs*. 48, 95-110.
- Chang, S.C., Lai I. L., Wu, J.T. (2002) Estimation of fog deposition on epiphytic bryophytes in a subtropical montane forest ecosystem in northeastern Taiwan. *Atmospheric Research*. 64, 159-167.
- Chou, C.H., Chen, T.Y., Liao, C.C., Peng, C.I. (2000) Long-term ecological research in the Yuanyang Lake forest ecosystem . Vegetation composition and analysis. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 41, 61-72.
- Cleavitt, N. (2001) Disentangling moss species limitation: the role of physiologically based substrate specificity for six species occurring on substrates with varying pH and percent organic matter. *The Bryologist*. 104(1), 59-68.
- Couto, J.A., Fernández, J.A., Aboal, J.R., Carballeira, A. (2004) Active biomonitoring of element uptake with terrestrial mosses: a comparison of bulk and dry deposition. *Science of the Total Environment*. 324, 211-222.
- Davey, M.C. (1997) Effects of short-term dehydration and rehydration on photosynthesis and respiration by Antarctic bryophytes. *Environmental and Experimental Botany*. 37, 187-198.

- Delucia, E.H., Turnbull, M.H., Walcroft A.S., Griffins, K.L., Tissue, D.T., Glenn D., McSeveny T.M., Whitehead D. (2003) The contribution of bryophytes to the carbon exchange for a temperate rainforest. *Global Change Biology*. 9, 1158–1170.
- Eckstein, R.L. (2000) Nitrogen retention by *Hylocomium splendens* in a subarctic birch woodland. *Journal of Ecology*. 88, 506-515.
- Edmunds, W.M., Fellman, E., Goni, I.B., Prudhomme, C. (2002) Spatial and temporal distribution of groundwater recharge in northern Nigeria. *Hydrogeology Journal*. 10, 205-215.
- Eriksson E. and Khunakasem V. (1969) Chloride concentrations in groundwater, recharge rate and rate of deposition of chloride in the Israel coastal plain. *Journal of Hydrology*. 7, 178-197.
- Farmer, A.M., Bates, J.W., Bell, J.N.B. (1991) Seasonal variations in acidic pollutant inputs and their effects on the chemistry of stemflow, bark and epiphyte tissues in three oak woodlands in N.W. Britain. *New Phytologist*. 118, 441-451.
- Fernández, J.A., Ederra, A., Núñez, E., Martínez-Abaigar, J., Infante, M., Heras, P., Elías, M.J., Mazimpaka, V., Carballeira, A. (2002) Biomonitoring of metal deposition in northern Spain by moss analysis. *The Science of the Total Environment*. 300, 115-127.
- García-Álvaro, M.A., Martínez-Abaigar, J., Nunez-Olivera, E., Beaucourt, N. (2000) Element concentrations and enrichment ratios in the aquatic moss *Rhynchostegium riparioides* along the river Iregua (La Rioja, Northern Spain). *The Bryologist*. 103(3), 518-533.
- González-Hernández, M.P., Silva-Pando, F.J., Jiménez, M.C. (1998) Production patterns of understory layers in several Galician (NW Spain) woodlands seasonality, net productivity and renewal rates. *Forest Ecology and Management*. 109, 251-259.
- Guo, Q. and Berry, W.L. (1998) Species richness and biomass: dissection of the hump-shaped relationships. *Ecology*. 79(7), 2555-2559.
- Härdtle, W., Oheimb G.V., Westphal, C. (2003) The effects of light and soil conditions on the species richness of the ground vegetation of deciduous forests in northern Germany (Schleswig-Holstein) . *Forest Ecology and Management*. 182, 327-338.

- Hofstede, R.G.M., Wolf, J.H.D., Benzing, D.H. (1993) Epiphyte biomass and nutrient status of a Colombian upper montane rain forest. *Selbyana*. 14, 37-45.
- Hsu, C.C., Horng, F.W., Kuo, C.M. (2002) Epiphyte biomass and nutrient capital of a moist subtropical forest in north-eastern Taiwan. *Journal of Tropical Ecology*. 18, 659-670.
- Humphrey, J.W., Davey, S., Peace, A.J., Ferris, R., Harding, K. (2002) Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood. *Biological Conservation*. 107, 165-180.
- Iwasaki, I., Utsumi, S., and Ozawa, T. (1952) New colorimetric determination of chloride using mercuric thiocyanate and ferric ion. *Bull. Chem. Soc. Japan*. 25, 226.
- Jonsson, B.G. and Esseen, P. (1990) Treefall disturbance maintains high bryophyte diversity in a boreal spruce forest. *Journal of Ecology*. 78, 924-936.
- Kantvilas, G. and Jarman, S.J. (2004) Lichens and bryophytes on *Eucalyptus oblique* in Tasmania: management implications in production forests. *Biological Conservation*. 117, 359-373.
- Kennedy, P.G. and Quinn, T. (2001) Understory plant establishment on old-growth stumps and the forest floor in western Washington. *Forest Ecology and Management*. 154, 193-200.
- Kimmerer, R.W. and Young, C.C. (1996) Effects of gap size and regeneration niche on species coexistence in bryophyte communities. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 123(1), 16-24.
- Kume, A., Satomura, T., Tsuboi, N., Chiwa, M., Hanba, Y.T., Nakane, K., Horikoshi, T., Sakugawa, H. (2003) Effects of understory vegetation on the ecophysiological characteristics of an overstory pine, *Pinus densiflora*. *Forest Ecology and Management*. 176, 195-203.
- Lai, M.J. (1977) Bryoflora of Yuenyang Lake Natural Reserve, Taiwan. *The Bryologist*. 80, 153-155.
- Lambers H., Chapin F.S., and Pons T. L. (1998) *Plant Physiological Ecology*. Springer Verlag New York. 155-204.

- Lesica, P., Mccune, B., Cooper, S.V., Hong, W.S. (1991) Differences in lichens and bryophyte communities between old growth and managed second-growth forests in the Swan Valley, Montana. *Can. J. Bot.* Vol. 69, 1745-1755.
- Li, Y. and Glime, J.M. (1990) Growth and nutrient ecology of two *Sphagnum* species. *Hikobia*. 10, 445-451.
- Liao, C.C., Chou, C.H., Wu, J.T. (2003) Population Structure and Substrates of Taiwan Yellow False Cypress (*Chamaecyparis obtusa var. formosana*) in Yuanyang Lake Nature Reserve and Nearby Szumakuszu. *Taiwan Taiwanica*. 48(1), 6-21.
- Lidón, A., Ramos, C., Rodrigo, A. (1999) Comparison of drainage estimation methods in irrigated citrus orchards. *Irrig. Sci.* 19, 25-36.
- Lin, S.H. and Yang, C.H. (1992) Bryophytes of Chaishan, Taiwan *Yushania* 9:1-12. 1992.
- Mäkipää, R. (1998) Sensitivity of understory vegetation to nitrogen and sulphur deposition in a spruce stand. *Ecological Engineering*. 10, 87-95.
- McAlister, S. (1995) Species interactions and substrate specificity among log-inhabiting bryophyte species. *Ecology*. 76, 2181-2195.
- Mehilich, A. 1992. Mehilich No. 3 Bases "soil reference handbook" pp.119.
- Mikami, H., Hino, S., Sakata, K., Arisue, J. (2002) Variation in environmental factors and their effects on biological characteristics of meromictic Lake Abashiri.
- Nadkarni, N.M. (1984) Epiphyte biomass and nutrient capital of a Neotropical elfin forest. *Biotropica*. 16(4), 249-256.
- Økland, R.H. and Økland, T. (1996) Population biology of the clonal moss *Hylocomium splendens* in Norwegian boreal spruce forests. II. Effects of density. *Journal of Ecology*. 84, 63-69.
- Oliver M.J. and Bewley J.D. (1984) Desiccation and ultrastructure in bryophytes. *Advance in Bryology*. 2, 91-131.
- Oliver M.J. and Bewley J.D. (1997) Desiccation-tolerance of plant tissues: a mechanistic overview. *Horticulturak Reviews*. 18, 171-213.

- Parker, W.C., Watson, S.R., Cairns, D.W. (1997) The role of hair-cap mosses (*Polytrichum* spp.) in natural regeneration of white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss). *Forest Ecology and Management*. 92,19-28.
- Pearce, I.S.K., Woodin, S.J., van der Wal, R. (2003) Physiological and growth responses of the montane bryophyte *Racomitrium lanuginosum* to atmospheric nitrogen deposition. *New Phytologist*. 160, 145-155.
- Pearce, I.S.K., Woodin, S.J., Wal, R.V.D. (2003) Physiological and growth responses of montane bryophyte *Racomitrium lanuginosum* to atmospheric nitrogen deposition. *New Phytologist*. 160,145-155.
- Price, A.G., K. Dunham, K., Carleton, T., Band L. (1997) Variability of water fluxes through the black spruce (*Picea mariana*) canopy and feather moss (*Pleurozium schreberi*) carpet in the boreal forest of Northern Manitoba. *Journal of Hydrology*. 196, 310-323.
- Proctor M. (2001) Patterns of desiccation tolerance and recovery in bryophytes. *Plant Growth Regulation*. 35, 147-156.
- Proctor, M.C.F. and Tuba Z. (2002) Tansley review no.141, Poikilohydry and homoihydry: antithesis or spectrum of possibilities? *New Phytologist*. 156, 327-349.
- Putuhena, W.M. and Cordery I. (1996) Estimation of interception capacity of the forest floor. *Journal of Hydrology*. 180, 283-299.
- Reiners, W.A. and Reiners, N.M. (1970) Energy and nutrient dynamics of forest floors in three Minnesota forests. *Journal of Ecology*. 58, 2, 497-519.
- Rieley, J.O., Richards, P.W., Bebbington A.D.L. (1979) The ecological role of bryophytes in a north Wales woodland. *Journal of Ecology*. 67, 479-527.
- Rincon, E. and Grime, J.P. (1989) An analysis of seasonal patterns of bryophyte growth in a natural habitat. *Journal of Ecology*. 77, 447-455.
- Rocheffort, L., Vitt, D.H., Bayley, S.E. (1990) Growth, production, and decomposition dynamics of *Sphagnum* under natural and experimentally acidified conditions. *Ecology*. 71(5), 1986-2000.

- Ron, E.B., Estebanez, C.A., Marfil, R., Cortella, A. (1999) Mineral deposition in cells of *Hookeria lucens*. *Journal of Bryology*. 21, 281-288.
- Salemaa, M., Derome, J., Helmisaari, H., Nieminen, T., Vanha-Majamaa, I. (2004) Element accumulation in boreal bryophytes, lichens and vascular plants exposed to heavy metal and sulfur deposition in Finland. *Science of the Total Environment*. 324, 141-160.
- Samecka-Ctmerman, A. and Kempers, A. J. (1998) Comparison between natural background concentrations of heavy metals bryophytes from the study mountains and Swiss alps. *Chemosphere*. 36(12), 2661-2671.
- Sami, K. and Hughes, D.A. (1996) A comparison of recharge estimates to a fractured sedimentary aquifer in South Africa from a chloride mass balance and an integrated surface-subsurface model. *Journal of Hydrology*. 179, 111-136.
- Schaap, M.G., Bouten, W., Verstraten, J.M. (1997) Forest floor water content dynamics in a Douglas fir stand. *Journal of Hydrology*. 201, 367-383.
- Sedia, E.G. and Ehrenfeld, J.G. (2003) Lichens and mosses promote alternate plant communities in the New Jersey Pinelands. *Oikos*. 100, 447-458.
- Shurbaji, A.R. and Campbell, A.R. (1997) Study of evaporation and recharge in desert soil using environmental tracers, New Mexico, USA. *Environmental Geology*. 29, 147-151.
- Stephenson, S.L., Studlar, S.M., McQuattie, C.J., Edwards, P.J. (1995) Effects of acidification on bryophyte communities in West Virginia Mountain streams. *J. Environ. Qual.* 24, 116-125.
- Swift, M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M. (1979) Decomposition in terrestrial ecosystems. *Studies in ecology* 5. Blackwell scientific publication, Oxford UK. Pp:372.
- Ting, C.S., Kerh, T., Liao, C.J. (1998) Estimation of groundwater recharge using the chloride mass-balance method, Pingtung, Taiwan. *Hydrogeology Journal*. 6, 282-292.
- Tyler, G., Tyler, C., Tyler, T. (1995) Importance of soluble phosphate to bryophyte establishment and growth on a limestone soil. *Lindbergia*. 20,91-93.
- Vázquez, M.D., López, J., Carballeira, A. (1999) Uptake of heavy metals to the Extracellular and intracellular compartments in three species of Aquatic bryophyte. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 44, 12-24.

- Virtanen, R., Johnston, A.E., Crawley, M.J., Edwards, G.R. (2000) Bryophyte biomass and species richness on the park grass experiment, Rothamsted, UK. *Plant Ecology*. 151, 2, 129-141.
- Wilson, J.A. and Coxson D.S. (1999) Carbon flux in a subalpine spruce-fir forest: pulse release from *Hylocomium splendens* feather-moss mats. *Canadian Journal of Botany*. 77, 564-569.
- Wynn, G.J.M. and Woodin S.J. (2001) Impacts of increased nitrogen supply on high Arctic heath: the importance of bryophytes and phosphorus availability. *New Phytologist*. 149, 461-471.
- Yarie J. (1980) The role of understory vegetation in the nutrient cycle of forested ecosystems in the mountain Hemlock Biogeoclimatic Zone. *Ecology*. 61, 6, 1498-1514.
- Zackrisson, O., Nilsson, M.C. Dahlberg, A., Jaderlund, A. (1997) Interference mechanisms in conifer-Ericaceae-feather moss communities. *Oikos*. 78, 209-220.
- Zall, M., Fisher, D., and Gamer, Q. (1956) Phtometric determination of chlorides in water. *Anal. Chem.*, 28, 1665-1668.
- Zamfir, M. and Goldberg, D.E. (2000) The effect of initial density on interactions between bryophytes at individual and community levels. *Journal of Ecology*. 88, 243-255.
- Zechmeister, H.G., Hohenwallner, D., Riss, A., Hanus-Illnar, A. (2003a) Variations in heavy metal concentrations in the moss species *Abietinella abietina* (Hedw.) Fleisch. according to sampling time, within site variability and increase in biomass. *The Science of the Total Environment*. 301, 55-65.
- Zechmeister, H.G., Tribsch, A., Moser, D., Peterseil, J., Wrбка, T. (2003b) Biodiversity “hot spots“ for bryophytes in landscapes dominated by agriculture in Austria. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 94, 159-167.

附錄 1 地表苔蘚植物之種類及其頻度。

Type	Family		Species		frequency
Liverwort	Calvnoeaceae	護齒蘚科	<i>Calvnoeia tozana</i>	雙齒護齒蘚	88
蘚類	Cephaloziaceae	大萼蘚科	<i>Schiffneria hyalina</i>	綠透塔葉蘚	2
	Geocalycaceae	地萼蘚科	<i>Heteroscyphus argutus</i>	四齒異萼蘚	3
			<i>Heteroscyphus coalitus</i>	雙齒異萼蘚	88
			<i>Heteroscyphus lophocoleoides</i>	類齒異萼蘚	1
	Lejeuneaceae	細鱗蘚科			81
	Lepidoziaceae	指葉蘚科	<i>Bazzania praerupta</i>	東亞鞭蘚	6
			<i>Bazzania tridens</i>	三裂鞭蘚	37
			<i>Lepidozia fauriana</i>	東亞指葉蘚	87
	Pallaviciniaceae	帶葉蘚科	<i>Pallavicinia subciliata</i>	纖毛帶葉蘚	78
	Plagiochilaceae	羽蘚科	<i>Plagiochila nepalensis</i>	泥泊爾羽蘚	7
			<i>Plagiochila ovalifolia</i>	卵葉羽蘚	6
			<i>Plagiochila pulcherrima</i>	美姿羽蘚	5
			<i>Plagiochila sciophila</i>	蔭生羽蘚	19
			<i>Plagiochila trabeculata</i>	狹葉羽蘚	6
	Pleuroziaceae	紫葉蘚科	<i>Pleurozia acinosa</i>	南亞紫葉蘚	5
	Scapaniaceae	合葉蘚科	<i>Scapania robusta</i>	粗枝合葉蘚	10
	Schistochilaceae	歧舌蘚科	<i>Schistochila acuminata</i>	尖葉歧舌蘚	24
	Trichocoleaceae	絨蘚科	<i>Trichocolea tomentella</i>	絨蘚	31
Moss	Bryaceae	真苔科			1
苔類	Dicranaceae	曲尾苔科			4
	Hookeriaceae	油苔科	<i>Hookeria acutifolia</i>	尖葉油苔	4
	Hylocomiaceae	塔苔科	<i>Hylocomium splendens</i>	塔苔	67
	Leucobryaceae	白髮苔科	<i>Leucobryum bowringii</i>	包氏白髮苔	34
	Meteoriaceae	蔓苔科	<i>Floribundaria floribunda</i>	絲帶苔	3
			<i>Floribundaria pseudofloribunda</i>		51
	Neckeraceae	平苔科	<i>Homaliodendron scalpellifolium</i>	刀葉樹平苔	3
	Rhizogoniaceae	檜苔科	<i>Pyrrhobrum latifolium</i>		57
	Sematophyllaceae	錦苔科	<i>Brotherella</i> sp.1		95
			<i>Brotherella</i> sp.2		5
			<i>Brotherella</i> sp.3		3
	Sphagnaceae	泥炭苔科	<i>Sphagnum palustre</i>		11
	Thamnobryaceae		<i>Thamnobryum sandei</i>		4
	Thuidiaceae	羽苔科	<i>Thuidium</i> sp.		12
	Trachypodaceae		<i>Pseudospiridentopsis horrida</i>		12
total	22 科 25 屬 35 種				

附錄 2 地被草本及蕨類植物之種類及其頻度

Type	Family		Species		frequency (%)
Herb	Aristolochiaceae	馬兜鈴科	<i>Asarum</i> sp.	細辛屬	3
草本	Diapensiaceae	岩梅科	<i>Shortia</i> sp.	裂緣花屬	1
	Liliaceae	百合科	<i>Ophiopogon intermedius</i>	間型沿階草	55
			<i>Polygonatum</i> sp.	黃精屬	2
	Melastomataceae	野牡丹科	<i>Sarcopyramis napalensis</i>	東方肉穗野牡丹	
			var. <i>delicata</i>		52
	Orchidaceae	蘭科	<i>Goodyera velutina</i>	烏嘴蓮	6
	Oxalidaceae	酢醬草科	<i>Oxalis acetosella</i> L. ssp.	台灣山酢醬草	
			<i>griffithii</i> var. <i>gormosana</i>		9
	Ranunculaceae	毛茛科	<i>Coptis quinquefolia</i>	掌葉黃蓮	22
	Rosaceae	薔薇科	<i>Rubus</i> sp.	懸鉤仔屬	1
	Saxifragaceae	虎耳草科	<i>Chrysosplenium</i> sp.	貓兒眼睛草屬	5
	Urticaceae	蕁麻科	<i>Elatostema trilobulatum</i>	裂葉樓梯草	30
total	10 科 11 屬 11 種				
Fern	Aspleniaceae	鐵角蕨科	<i>Asplenium normale</i>	生芽鐵角蕨	2
蕨類	Dryopteridaceae	鱗毛蕨科	<i>Acrophorus stipellatus</i>	魚鱗蕨	2
	Hymenophyllaceae	膜蕨科	<i>Mecodium polyanthos</i>	細葉落蕨	30
	Plagiogyriaceae	瘤足蕨科	<i>Plagiogyria euphlebia</i>	華中瘤足蕨	10
			<i>Plagiogyria formosana</i>	台灣瘤足蕨	27
			<i>Plagiogyria japonica</i>	華東瘤足蕨	1
			<i>Plagiogyria stenoptera</i>	耳形瘤足蕨	1
	Polypodiaceae	水龍骨科	<i>Arthromeris lehmanni</i>	肢節蕨	1
	Thelypteridaceae	金星蕨科			
total	6 科 6 屬 9 種				

附錄 3 地被木本植物之種類及其頻度。

Type	Family		Species		frequency (%)
Woody 木本	Araliaceae	五加科	<i>Dendropanax dentiger</i>	台灣樹參	8
			<i>Scheffera octophylla</i>	台灣鴨腳木	3
	Caprifoliaceae	忍冬科	<i>Viburnum foetidum</i> Wall. var.	狹葉莢迷	
			<i>rectangulatum</i> (Graebner) Rehder		1
	Elaeocarpaceae	杜英科	<i>Elaeocarpus japonicus</i>	薯豆	1
	Illiciaceae	八角茴香科	<i>Illicium tashiroi</i>	白花八角	4
	Lardizabalaceae	木通科	<i>Stauntinia obovatifoliola</i>	石月	1
	Lauraceae	樟科	<i>Lindera communis</i>	香葉樹	1
			<i>Lindera erythrocarpa</i>	鐵釘樹	2
			<i>Machilus thunbergii</i>	紅楠	5
			<i>Neolitsea acuminatissima</i>	高山新木薑子	1
			<i>Neolitsea variabilissima</i>	變葉新木薑子	1
			Myrsinaceae	紫金牛科	<i>Ardisia japonica</i>
	<i>Ardisia crenata</i>	珠砂根			1
	Rubiaceae	茜草科	<i>Damnacanthus angustifolius</i>	無刺伏牛花	8
	Rutaceae	芸香科	<i>Skimmia reevesiana</i>	深紅茵芋	3
	Symplocaceae	灰木科	<i>Symplocos wikstroemiifolia</i>	月桂葉灰木	7
	Theaceae	茶科	<i>Eurya leptophylla</i>	薄葉柃木	1
			<i>Ternstroemia gymnanthera</i>	厚皮香	1
	Saxifragaceae	虎耳草科	<i>Hydrangea integrifolia</i>	大枝掛繡球	3
			<i>Schizophragma integrifolium</i> Oliv.		
			var. <i>fariei</i>	圓葉鑽地風	3
	Smilacaceae	菝契科	<i>Smilax arisanensis</i>	阿里山菝契	7
<i>Smilax lanceifolia</i>			台灣土伏苓	9	
Vitaceae	葡萄科	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	爬牆虎	4	
total	14 科 20 屬 23 種				

附錄 4 植物體之養分濃度。

Species	Replicate	N	C	ash	Ca	K	Mg	Na	P
		%			mg g ⁻¹				
<i>A. japonica</i>	1	1.3	44.8	6.7	12.9	15.7	2.0	0.2	2.5
<i>A. japonica</i>	2	1.4	45.3	7.8	13.1	15.1	1.9	0.2	2.5
<i>A. japonica</i>	3	1.4	45.1	9.6	12.7	15.0	1.9	0.2	2.5
other woody	1	1.5	46.5	4.6	5.7	8.1	1.6	0.1	2.9
other woody	2	1.5	45.5	5.6	5.8	8.2	1.6	0.1	2.9
other woody	3	1.6	46.9	4.3	6.0	8.4	1.7	0.2	3.0
<i>O. intermedius</i>	1	2.1	47.0	6.3	6.6	15.6	1.2	0.1	4.6
<i>O. intermedius</i>	2	2.1	46.8	6.1	6.6	15.3	1.2	0.2	4.5
<i>O. intermedius</i>	3	2.3	47.1	5.7	6.6	15.2	1.1	0.2	4.5
other herb	1	2.2	43.7	8.8	7.8	17.3	4.1	0.2	4.6
other herb	2	2.2	43.4	8.7	7.8	17.3	4.1	0.1	4.5
other herb	3	2.3	43.3	9.5	7.9	17.7	4.2	0.1	4.6
<i>P. formosana</i>	1	2.0	48.0	5.2	2.9	11.4	1.9	0.1	3.3
<i>P. formosana</i>	2	2.0	48.1	1.8	2.8	11.2	1.8	0.1	3.3
<i>P. formosana</i>	3	2.0	48.2	5.1	2.9	11.2	1.9	0.1	3.3
other fern	1	1.9	47.7	5.5	3.0	12.6	1.8	0.1	3.2
other fern	2	1.9	47.8	5.2	3.0	12.7	1.8	0.1	3.2
other fern	3	1.9	47.3	5.4	3.0	12.9	1.9	0.1	3.2
litter	1	1.4	48.5	2.6	5.1	1.7	0.5	0.2	1.6
litter	2	1.4	48.9	2.8	5.1	1.6	0.5	0.2	1.6
litter	3	1.4	48.3	2.6	5.2	1.6	0.5	0.2	1.6

Species	Replicate	N	C	ash	Ca	K	Mg	Na	P
		%			mg g ⁻¹				
<i>L. fauriana</i>	1	1.5	43.3	7.0	4.3	21.7	0.8	0.2	2.6
<i>L. fauriana</i>	2	1.5	42.8	6.3	4.3	21.9	0.9	0.2	2.6
<i>L. fauriana</i>	3	1.7	43.6	6.5	4.3	21.5	0.8	0.3	2.5
<i>T. tomentella</i>	1	1.8	45.4	5.4	4.2	13.6	1.0	0.1	3.7
<i>T. tomentella</i>	2	1.9	45.9	5.4	4.2	13.4	1.0	0.1	3.7
<i>T. tomentella</i>	3	1.8	45.4	4.8	4.2	13.8	1.0	0.1	3.6
<i>Brotherella spp.</i>	1	1.9	45.0	3.9	5.6	8.7	1.0	0.1	3.4
<i>Brotherella spp.</i>	2	1.9	45.8	4.5	5.6	8.7	1.0	0.1	3.5
<i>Brotherella spp.</i>	3	1.9	44.9	4.3	5.6	8.6	0.9	0.1	3.4
<i>Bazzania spp.</i>	1	1.4	43.7	3.9	5.2	8.1	1.0	0.2	2.2
<i>Bazzania spp.</i>	2	1.4	43.5	4.3	5.4	7.7	0.9	0.2	2.2
<i>Bazzania spp.</i>	3	1.5	42.7	3.9	5.3	7.5	0.9	0.3	2.2
<i>S palustre</i>	1	1.6	45.0	2.9	3.9	5.1	0.8	0.3	2.4
<i>S palustre</i>	2	1.6	44.7	2.7	3.9	5.1	0.8	0.2	2.4
<i>S palustre</i>	3	1.7	44.8	2.6	3.9	5.1	0.8	0.2	2.4
Plagiochilaceae	1	1.5	43.2	3.1	4.6	6.0	1.1	0.6	2.1
Plagiochilaceae	2	1.5	43.5	3.1	4.6	6.6	1.1	0.5	2.2
Plagiochilaceae	3	1.4	42.5	3.8	4.6	6.3	1.1	0.6	2.1
<i>P. latifolium</i>	1	1.4	45.5	3.9	1.4	5.6	0.5	0.2	1.3
<i>P. latifolium</i>	2	1.4	45.1	3.5	1.4	6.3	0.5	0.1	1.4
<i>P. latifolium</i>	3	1.4	45.3	2.6	1.4	6.1	0.5	0.2	1.4
other bryophyte	1	1.9	45.5	4.5	4.7	14.4	1.3	0.2	3.3
other bryophyte	2	1.8	44.9	4.9	4.8	14.4	1.3	0.2	3.3
other bryophyte	3	1.8	44.7	5.4	4.8	14.6	1.3	0.2	3.3

附錄 5 進行穿落水實驗之研究材料---五種苔蘚植物。



東亞指葉蘚 *Lepidozia fauriana*



絨蘚 *Trichocolea tomentella*



卵葉羽蘚 *Plagiochila ovalifolia*



檜苔科 *Pyrrhobrum latifolium*



泥炭苔科 *Sphagnum palustre*



Sphagnum palustre-mat

附錄 6 林外雨之化學組成

year	month	date	parameter	replicate	flux	cond.	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
					(mm)	(us cm ⁻¹)	(ppm)			
2003	7	24	BP	01	82.3	9.90	0.45	0.22	0.06	1.24
2003	7	24	BP	02						
2003	7	24	BP	03						
2003	8	11	BP	01	26.5	9.70	0.43	0.27	0.09	1.30
2003	8	11	BP	02	26.7	8.10	0.24	0.14	0.14	1.12
2003	8	11	BP	03						
2003	8	26	BP	01						
2003	8	26	BP	02	97.0	8.30	0.57	0.23	0.20	1.05
2003	8	26	BP	03						
2003	9	8	BP	01	411.6	5.30	0.01	0.02	0.91	0.28
2003	9	8	BP	02	410.7	5.00	0.02	0.03	0.88	0.31
2003	9	8	BP	03	413.9	4.90	0.02	0.03	0.88	0.30
2003	9	19	BP	01	135.7	3.20	0.03	0.01	0.26	0.44
2003	9	19	BP	02	135.3	3.20	0.05	0.03	0.26	0.46
2003	9	19	BP	03	135.0	3.30	0.04	0.02	0.26	0.47
2003	10	2	BP	01	119.7	7.90	0.10	0.08	0.46	0.89
2003	10	2	BP	02	120.4	7.50	0.08	0.07	0.20	0.89
2003	10	2	BP	03	118.7	9.10	0.14	0.10	0.20	0.90
2003	10	16	BP	01	374.8	5.00	0.17	0.07	0.26	0.49
2003	10	16	BP	02	376.1	4.40	0.11	0.05	0.26	0.49
2003	10	16	BP	03	376.0	4.80	0.09	0.05	0.26	0.47
2003	10	30	BP	01	13.9	45.40	17.57	0.63	5.88	5.15
2003	10	30	BP	02						
2003	10	30	BP	03	14.1	43.70	45.21	0.58	6.17	4.82
2003	11	13	BP	01	125.0	4.30	0.36	0.07	0.26	0.49
2003	11	13	BP	02	125.3	4.30	0.36	0.08	0.26	0.51
2003	11	13	BP	03	124.0	4.30	0.36	0.06	0.26	0.50
2003	11	27	BP	01	335.6	2.90	0.06	0.04	0.23	0.27
2003	11	27	BP	02	333.0	2.90	0.05	0.05	0.26	0.29
2003	11	27	BP	03	340.0	3.30	0.06	0.03	0.30	0.30
2003	12	11	BP	01	147.1	9.60	0.13	0.08	0.63	1.07
2003	12	11	BP	02						
2003	12	11	BP	03	146.4	9.50	0.16	0.09	0.44	1.07
2003	12	25	BP	01						
2003	12	25	BP	02	20.4	31.70	0.91	0.47	1.71	4.26
2003	12	25	BP	03	19.9	35.00	0.95	0.52	1.71	4.33

year	month	date	parameter	replicate	H ⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
					(ppm)								
2003	7	24	BP	01	0.009	0.11	0.17	0.22	0.12	0.30	0.01	0.03	0.06
2003	7	24	BP	02									
2003	7	24	BP	03									
2003	8	11	BP	01	0.006	0.17	0.20	0.08	0.14	0.58	0.01	0.03	0.07
2003	8	11	BP	02	0.006	0.18	0.21	0.02	0.11	0.52	0.01	0.04	0.06
2003	8	11	BP	03									
2003	8	26	BP	01									
2003	8	26	BP	02	0.005	0.20	0.29	0.25	0.13	0.39	0.01	0.03	0.06
2003	8	26	BP	03									
2003	9	8	BP	01	0.001	0.47	0.24	0.01	0.17	0.19	0.00	0.03	0.06
2003	9	8	BP	02	0.001	0.48	0.28	0.01	0.16	0.18	0.00	0.03	0.06
2003	9	8	BP	03	0.001	0.47	0.23	0.01	0.16	0.19	0.00	0.03	0.06
2003	9	19	BP	01	0.001	0.12	0.22	0.01	0.12	0.21	0.01	0.03	0.06
2003	9	19	BP	02	0.001	0.12	0.23	0.01	0.12	0.18	0.00	0.03	0.06
2003	9	19	BP	03	0.001	0.12	0.20	0.01	0.13	0.17	0.00	0.03	0.06
2003	10	2	BP	01	0.003	0.21	0.21	0.02	0.12	0.29	0.00	0.03	0.06
2003	10	2	BP	02	0.004	0.21	0.21	0.00	0.13	0.26	0.00	0.03	0.07
2003	10	2	BP	03	0.005	0.21	0.20	0.04	0.13	0.19	0.00	0.03	0.07
2003	10	16	BP	01	0.002	0.14	0.21	0.04	0.12	0.13	0.00	0.03	0.06
2003	10	16	BP	02	0.002	0.14	0.22	0.02	0.12	0.16	0.00	0.03	0.06
2003	10	16	BP	03	0.002	0.14	0.21	0.02	0.13	0.15	0.00	0.03	0.06
2003	10	30	BP	01	0.001	3.69	0.37	0.97	0.64	0.93	0.02	0.03	0.05
2003	10	30	BP	02									
2003	10	30	BP	03	0.002	3.44	0.38	1.37	0.57	0.84	0.03	0.03	0.05
2003	11	13	BP	01	0.002	0.12	0.19	0.03	0.10	0.21	0.00	0.03	0.05
2003	11	13	BP	02	0.002	0.13	0.22	0.04	0.11	0.22	0.00	0.02	0.06
2003	11	13	BP	03	0.002	0.12	0.22	0.02	0.11	0.20	0.00	0.02	0.05
2003	11	27	BP	01	0.001	0.11	0.03	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
2003	11	27	BP	02	0.001	0.08	0.03	0.01	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
2003	11	27	BP	03	0.002	0.08	0.02	0.02	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
2003	12	11	BP	01	0.006	0.16	0.02	0.07	0.03	0.12	0.00	0.00	0.00
2003	12	11	BP	02									
2003	12	11	BP	03	0.006	0.18	0.04	0.08	0.04	0.12	0.00	0.00	0.00
2003	12	25	BP	01									
2003	12	25	BP	02	0.032	1.04	0.03	0.39	0.07	0.45	0.01	0.01	0.00
2003	12	25	BP	03	0.039	1.18	0.12	0.44	0.07	0.43	0.00	0.02	0.00

year	month	date	parameter	replicate	flux	cond.	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
					(mm)	(us cm ⁻¹)	(ppm)			
2004	1	9	BP	01	13.2	42.80	1.24	0.60	1.78	5.41
2004	1	9	BP	02	12.9	46.90	1.20	0.66	1.69	6.11
2004	1	9	BP	03						
2004	2	2	BP	01	68.9	16.20	0.36	0.19	0.67	1.96
2004	2	2	BP	02	69.1	16.60	0.39	0.20	0.28	1.97
2004	2	2	BP	03	68.4	15.40	0.57	0.22	0.39	1.91
2004	2	19	BP	01	172.8	6.40	0.14	0.08	0.16	0.83
2004	2	19	BP	02	172.5	6.20	0.14	0.09	0.26	0.77
2004	2	19	BP	03						
2004	3	4	BP	01	59.0	17.10	0.50	0.27	0.39	1.53
2004	3	4	BP	02	58.5	16.00	0.62	0.29	0.77	1.56
2004	3	4	BP	03	58.6	15.30	0.53	0.24	0.53	1.52
2004	3	18	BP	01	46.7	30.80	1.25	0.56	1.29	4.04
2004	3	18	BP	02	45.8	29.90	1.26	0.55	1.14	4.21
2004	3	18	BP	03	45.9	30.40	1.32	0.55	1.26	4.00
2004	4	1	BP	01	46.7	10.20	0.60	0.25	0.21	1.07
2004	4	1	BP	02	45.8	10.30	0.62	0.25	0.38	1.07
2004	4	1	BP	03	45.9	10.20	0.58	0.24	0.26	1.05
2004	4	15	BP	01	81.0	6.00	0.24	0.15	0.11	0.97
2004	4	15	BP	02	81.7	8.70	0.33	0.18	0.18	0.97
2004	4	15	BP	03	81.7	7.90	0.28	0.16	0.18	0.94
2004	4	29	BP	01	31.3	12.10	0.52	0.24	0.26	1.54
2004	4	29	BP	02	30.9	11.20	0.37	0.19	0.28	1.52
2004	4	29	BP	03	30.2	11.60	0.54	0.22	0.21	1.56
2004	5	13	BP	01	29.0	14.50	0.87	0.37	0.38	2.44
2004	5	13	BP	02	28.5	16.40	0.77	0.36	0.26	2.41
2004	5	13	BP	03	28.3	16.50	0.68	0.34	0.50	2.38
2004	5	28	BP	01	179.3	7.30	0.21	0.14	0.23	0.84
2004	5	28	BP	02	179.8	8.20	0.24	0.14	0.18	0.89
2004	5	28	BP	03	179.3	7.90	0.19	0.13	0.31	0.83

附錄 7 穿落水之化學組成

year	month	date	parameter	replicate	flux (mm)	cond. (us cm ⁻¹)	H ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻ (ppm)	tN	NO ₃ ⁻ -N
2003	7	24	TF	01	98.7	9.0	0.008		1.21	0.43	0.21
2003	7	24	TF	02	78.9	8.9	0.007	0.32	1.28	0.39	0.21
2003	7	24	TF	03	95.5	8.4	0.004	0.09	1.29	0.55	0.23
2003	7	24	TF	04	83.2	9.1	0.006		1.24	0.40	0.22
2003	7	24	TF	05	74.6	9.2	0.005	0.17	1.25	0.44	0.21
2003	7	24	TF	06	94.9	8.9	0.005		1.24	0.45	0.23
2003	7	24	TF	07	86.6	8.5	0.005	0.06	1.18	0.46	0.21
2003	7	24	TF	08	80.2	9.6	0.006	0.09	1.30	0.54	0.24
2003	7	24	TF	09	88.2	8.8	0.002	0.00	1.22	0.57	0.20
2003	7	24	TF	10	79.4	10.2	0.005	0.23	1.42	0.40	0.18
2003	7	24	TF	11	81.0	11.1	0.006	0.20	1.33	0.35	0.20
2003	7	24	TF	12	92.2	11.3	0.006	0.17	1.29	0.40	0.21
2003	8	11	TF	01	21.5	15.3	0.002	0.88	1.53	1.08	0.32
2003	8	11	TF	02	17.3	25.5	0.000	0.91	1.89	2.11	0.41
2003	8	11	TF	03	25.5	17.2	0.000	0.77	1.72	1.15	0.44
2003	8	11	TF	04	15.3	17.3	0.001	0.94	1.65	1.09	0.42
2003	8	11	TF	05	17.5	19.3	0.001	1.05	1.70	1.52	0.35
2003	8	11	TF	06	21.0	15.2	0.001	0.77	1.74	0.78	0.33
2003	8	11	TF	07	20.2	13.7	0.002	0.63	1.48	0.77	0.28
2003	8	11	TF	08	18.9	16.8	0.002	0.91	1.63	1.19	0.46
2003	8	11	TF	09	14.3	15.2	0.000	0.40	1.39	0.98	0.28
2003	8	11	TF	10	10.2	29.5	0.001	1.31	2.74	1.36	0.20
2003	8	11	TF	11	11.1	27.4	0.001	1.65	2.13	2.25	0.58
2003	8	11	TF	12	37.1	33.2	0.047	1.17	1.87	0.27	0.03
2003	8	26	TF	01	97.4	9.8	0.004	0.63	1.16	0.47	0.18
2003	8	26	TF	02	80.2	10.5	0.002	0.57	1.15	0.53	0.21
2003	8	26	TF	03	109.2	9.8	0.001	0.34	1.13	0.44	0.21
2003	8	26	TF	04	73.8	10.3	0.002	0.37	1.18	0.52	0.22
2003	8	26	TF	05	81.5	10.1	0.002	0.32	1.17	0.41	0.16
2003	8	26	TF	06	96.1	9.6	0.002	0.37	1.12	0.45	0.18
2003	8	26	TF	07	92.0	8.9	0.002	0.23	1.07	0.39	0.17
2003	8	26	TF	08	85.0	10.5	0.003	0.32	1.16	0.53	0.23
2003	8	26	TF	09	117.5	8.7	0.001	0.23	1.05	0.40	0.17
2003	8	26	TF	10							
2003	8	26	TF	11	52.8	15.3	0.002	0.71	1.46	0.69	0.18
2003	8	26	TF	12	107.0	33.6	0.055	0.94	1.64	0.37	0.08

year	month	date	parameter	replicate	flux	cond.	H ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	tN	NO ₃ ⁻ -N
					(mm)	(us cm ⁻¹)	(ppm)				
2003	9	8	TF	01	374.8	6.3	0.001	1.00	0.38	0.08	0.03
2003	9	8	TF	02	349.3	6.6	0.002	0.94	0.36	0.13	0.03
2003	9	8	TF	03	319.1	6.0	0.001	0.91	0.35	0.07	0.03
2003	9	8	TF	04	274.7	6.4	0.002	1.00	0.37	0.10	0.03
2003	9	8	TF	05	252.4	6.8	0.001	1.11	0.38	0.09	0.03
2003	9	8	TF	06	405.9	6.4	0.001	1.00	0.36	0.08	0.03
2003	9	8	TF	07	313.3	6.3	0.001	0.94	0.35	0.06	0.02
2003	9	8	TF	08	313.9	6.7	0.001	0.94	0.41	0.08	0.03
2003	9	8	TF	09	359.1	6.5	0.001	0.91	0.37	0.07	0.02
2003	9	8	TF	10	303.9	7.1	0.001	1.03	0.47	0.12	0.02
2003	9	8	TF	11	309.8	7.1	0.001	1.00	0.43	0.09	0.03
2003	9	8	TF	12	390.5	7.2	0.002	0.97	0.40	0.05	0.02
2003	9	19	TF	01	136.2	4.3	0.001		0.46	0.08	0.04
2003	9	19	TF	02	113.3	4.4	0.001		0.47	0.09	0.04
2003	9	19	TF	03	153.7	3.9	0.001		0.51	0.08	0.06
2003	9	19	TF	04	106.3	4.3	0.001		0.51	0.12	0.05
2003	9	19	TF	05	114.0	4.4	0.001	0.12	0.46	0.12	0.03
2003	9	19	TF	06	136.9	4.3	0.001		0.48	0.14	0.05
2003	9	19	TF	07	124.8	4.1	0.001		0.47	0.10	0.04
2003	9	19	TF	08	119.0	4.3	0.001		0.48	0.16	0.04
2003	9	19	TF	09	144.5	4.1	0.001		0.46	0.11	0.04
2003	9	19	TF	10	107.0	5.9	0.001	0.26	0.56	0.23	0.02
2003	9	19	TF	11	91.0	5.9	0.002	0.20	0.49	0.08	0.01
2003	9	19	TF	12	145.8	8.0	0.007	0.20	0.51	0.08	0.02
2003	10	2	TF	01	118.4	7.4	0.002	0.66	0.97	0.09	0.04
2003	10	2	TF	02	98.7	7.6	0.002	0.43	0.97	0.09	0.04
2003	10	2	TF	03	137.5	6.9	0.002	0.32	0.99	0.11	0.06
2003	10	2	TF	04	93.9	7.6	0.003	0.34	0.96	0.13	0.05
2003	10	2	TF	05	106.6	7.9	0.003	0.49	0.96	0.10	0.04
2003	10	2	TF	06	133.4	7.9	0.003	0.40	1.01	0.14	0.06
2003	10	2	TF	07	111.4	7.6	0.003		0.95	0.12	0.06
2003	10	2	TF	08	105.4	8.0	0.003	0.54	1.01	0.21	0.07
2003	10	2	TF	09	127.6	7.1	0.001	0.63	0.95	0.19	0.06
2003	10	2	TF	10	93.3	10.7	0.002	0.97	1.18	0.11	0.02
2003	10	2	TF	11	62.7	10.7	0.004	0.57	1.11	0.10	0.03
2003	10	2	TF	12	110.8	17.9	0.019	0.77	1.26	0.11	0.02

year	month	date	parameter	replicate	flux	cond.	H ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	tN	NO ₃ ⁻ -N
					(mm)	(us cm ⁻¹)	(ppm)				
2003	10	16	TF	01	322.8	4.8	0.002		0.53	0.16	0.04
2003	10	16	TF	02	326.6	4.7	0.002	0.14	0.53	0.08	0.03
2003	10	16	TF	03	399.8	4.6	0.001		0.52	0.09	0.04
2003	10	16	TF	04	307.5	4.8	0.002		0.52	0.09	0.05
2003	10	16	TF	05	336.1	5.4	0.002		0.52	0.09	0.04
2003	10	16	TF	06	413.0	5.0	0.002	0.26	0.55	0.09	0.04
2003	10	16	TF	07	315.1	4.8	0.002		0.52	0.07	0.03
2003	10	16	TF	08	342.5	5.3	0.002	0.17	0.52	0.09	0.04
2003	10	16	TF	09	391.2	4.4	0.001	0.12	0.52	0.08	0.04
2003	10	16	TF	10	327.9	6.1	0.001	0.14	0.60	0.06	0.01
2003	10	16	TF	11	248.3	6.0	0.001	0.14	0.58	0.06	0.02
2003	10	16	TF	12	373.4	5.5	0.001	0.14	0.56	0.06	0.00
2003	10	30	TF	01	14.3	48.6	0.008	6.68	4.98	0.54	0.22
2003	10	30	TF	02	11.5	43.8	0.009	5.71	4.80	0.37	0.19
2003	10	30	TF	03	16.9	41.4	0.012	4.95	4.72	0.38	0.27
2003	10	30	TF	04	10.5	47.9	0.013	5.94	5.02	0.44	0.24
2003	10	30	TF	05	12.1	52.0	0.022	6.22	5.02	0.33	0.23
2003	10	30	TF	06	15.0	54.8	0.021	6.42	5.22	0.59	0.33
2003	10	30	TF	07	12.7	48.1	0.017	6.37	4.87	0.26	0.20
2003	10	30	TF	08	12.7	46.5	0.011	5.86	4.91	0.37	0.17
2003	10	30	TF	09	14.5	42.4	0.007	5.37	4.78	0.50	0.33
2003	10	30	TF	10	9.5	67.2	0.012	8.87	6.80	0.23	0.09
2003	10	30	TF	11	8.0	62.9	0.028	7.13	5.51	0.36	0.21
2003	10	30	TF	12	7.6	38.3	0.004	5.71	5.20	0.07	0.01
2003	11	13	TF	01	122.2	10.8	0.002	1.20	0.91	0.15	0.03
2003	11	13	TF	02	96.1	12.5	0.001	1.31	0.95	0.11	0.01
2003	11	13	TF	03	140.1	7.5	0.001	0.54	0.96	0.08	0.02
2003	11	13	TF	04	93.6	13.2	0.001	1.39	1.06	0.16	0.02
2003	11	13	TF	05	110.1	9.8	0.001	1.03	0.86	0.12	0.02
2003	11	13	TF	06	146.4	8.4	0.001	0.94	0.80	0.11	0.03
2003	11	13	TF	07	105.4	10.7	0.001	1.00	0.83	0.15	0.02
2003	11	13	TF	08	109.5	17.4	0.001	1.88	1.17	0.19	0.02
2003	11	13	TF	09	110.5	8.7	0.001	1.11	0.69	0.14	0.03
2003	11	13	TF	10	85.6	21.3	0.001	2.79	1.58	0.25	0.00
2003	11	13	TF	11	75.8	17.6	0.004	1.99	1.53	0.22	0.04
2003	11	13	TF	12	176.7	16.1	0.015	1.17	1.08	0.15	0.00

year	month	date	parameter	replicate	flux	cond.	H ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	tN	NO ₃ ⁻ -N
					(mm)	($\mu\text{s cm}^{-1}$)	(ppm)				
2003	11	27	TF	01	386.1	3.6	0.001	0.27	0.31	0.06	0.01
2003	11	27	TF	02	289.7	4.7	0.001				
2003	11	27	TF	03	395.3	3.0	0.001				
2003	11	27	TF	04	276.9	5.3	0.001				
2003	11	27	TF	05	317.4	4.2	0.001	0.24	0.33	0.06	0.01
2003	11	27	TF	06	393.7	3.4	0.001				
2003	11	27	TF	07	330.7	5.4	0.001				
2003	11	27	TF	08	318.3	7.0	0.001	0.15			
2003	11	27	TF	09	320.5	3.8	0.001	0.18	0.35	0.08	0.02
2003	11	27	TF	10	287.4	6.6	0.001	0.41			
2003	11	27	TF	11	244.8	5.2	0.001	0.24			
2003	11	27	TF	12	368.0	5.7	0.002	0.35			
2003	12	11	TF	01	165.6	7.2	0.003	0.70	1.20	0.08	0.04
2003	12	11	TF	02	120.0	7.2	0.002	0.67			
2003	12	11	TF	03	196.1	7.4	0.004	0.35			
2003	12	11	TF	04	113.6	7.7	0.002	0.82			
2003	12	11	TF	05	142.9	7.2	0.002	0.44	1.18	0.08	0.03
2003	12	11	TF	06	189.4	8.6	0.004	0.47			
2003	12	11	TF	07	139.1	7.4	0.002	0.91			
2003	12	11	TF	08	139.1	7.5	0.001	0.99			
2003	12	11	TF	09	129.9	7.8	0.003	0.56	1.29	0.07	0.03
2003	12	11	TF	10	116.5	10.2	0.002	0.96			
2003	12	11	TF	11	94.5	8.3	0.002	0.53			
2003	12	11	TF	12	101.9	9.8	0.004	0.56			
2003	12	25	TF	01	17.8	34.9	0.013	2.65	6.30	0.37	0.17
2003	12	25	TF	02	14.0	29.2	0.012	2.16			
2003	12	25	TF	03	24.2	30.9	0.031	1.78			
2003	12	25	TF	04	15.0	30.6	0.013	2.21			
2003	12	25	TF	05	16.9	31.9	0.019	2.51	5.87	0.34	0.15
2003	12	25	TF	06	20.4	33.9	0.027	2.19			
2003	12	25	TF	07	15.6	36.4	0.020	2.85			
2003	12	25	TF	08	15.3	31.5	0.009	2.68			
2003	12	25	TF	09	16.6	31.6	0.028	2.24	5.50	0.34	0.12
2003	12	25	TF	10	15.9	41.8	0.015	3.17			
2003	12	25	TF	11	13.4	28.0	0.013	2.21			
2003	12	25	TF	12	14.3	36.4	0.043	2.21			

year	month	date	parameter	replicate	flux	cond.	H ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	tN	NO ₃ ⁻ -N
					(mm)	(us cm ⁻¹)	(ppm)				
2004	1	9	TF	01	9.5	77.7	0.025	4.45	11.97	1.35	0.70
2004	1	9	TF	02	7.0	67.7	0.030	3.73			
2004	1	9	TF	03	16.2	57.2	0.046	2.48			
2004	1	9	TF	04	7.3	67.5	0.022	3.93			
2004	1	9	TF	05	8.9	71.1	0.029	4.16	12.57	1.21	0.66
2004	1	9	TF	06	14.0	67.4	0.051	3.11			
2004	1	9	TF	07	8.3	68.3	0.030	3.91			
2004	1	9	TF	08	7.3	67.5	0.018	4.35			
2004	1	9	TF	09	11.8	45.4	0.034	2.08	12.70	1.16	0.49
2004	1	9	TF	10	6.7	90.7	0.021	5.28			
2004	1	9	TF	11	5.1	79.4	0.021	4.75			
2004	1	9	TF	12	8.3	81.0	0.072	3.76			
2004	2	2	TF	01	63.0	17.7	0.006	0.94	2.99	0.33	0.12
2004	2	2	TF	02	54.7						
2004	2	2	TF	03	86.6						
2004	2	2	TF	04	54.1						
2004	2	2	TF	05	57.9	18.9	0.008	1.20	3.29	0.30	0.11
2004	2	2	TF	06	75.1						
2004	2	2	TF	07	58.6						
2004	2	2	TF	08	56.7						
2004	2	2	TF	09	62.4	29.2	0.024	1.39	4.48	0.27	0.07
2004	2	2	TF	10	54.7						
2004	2	2	TF	11	43.3						
2004	2	2	TF	12	69.4						
2004	2	19	TF	01	169.3	6.1	0.002	0.17	0.63	0.11	0.05
2004	2	19	TF	02	147.1						
2004	2	19	TF	03	241.3						
2004	2	19	TF	04	137.8						
2004	2	19	TF	05	153.9	6.2	0.003	0.17	0.64	0.09	0.05
2004	2	19	TF	06	178.6						
2004	2	19	TF	07	152.8						
2004	2	19	TF	08	153.7						
2004	2	19	TF	09	158.5	6.8	0.002	0.07	0.71	0.09	0.04
2004	2	19	TF	10	118.1						
2004	2	19	TF	11	88.0						
2004	2	19	TF	12	110.0						

year	month	date	parameter	replicate	flux	cond.	H ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	tN	NO ₃ ⁻ -N
					(mm)	(us cm ⁻¹)	(ppm)				
2004	3	4	TF	01	60.2	15.0	0.006	0.71	1.79	0.53	0.27
2004	3	4	TF	02	46.2						
2004	3	4	TF	03	79.9						
2004	3	4	TF	04	43.3						
2004	3	4	TF	05	52.2	15.5	0.006	1.00	1.91	0.47	0.24
2004	3	4	TF	06	69.4						
2004	3	4	TF	07	51.2						
2004	3	4	TF	08	48.7						
2004	3	4	TF	09	53.5	19.2	0.012	1.07	2.26	0.36	0.13
2004	3	4	TF	10	44.6						
2004	3	4	TF	11	34.7						
2004	3	4	TF	12	49.0						
2004	3	18	TF	01	44.6	25.1	0.005	1.74	4.16	2.47	0.47
2004	3	18	TF	02	35.7						
2004	3	18	TF	03	58.9						
2004	3	18	TF	04	32.5						
2004	3	18	TF	05	36.6	28.9	0.014	1.55	4.26	0.99	0.46
2004	3	18	TF	06	51.2						
2004	3	18	TF	07	40.1						
2004	3	18	TF	08	38.2						
2004	3	18	TF	09	39.2	27.3	0.013	1.49	4.32	0.69	0.30
2004	3	18	TF	10	31.8						
2004	3	18	TF	11	25.8						
2004	3	18	TF	12	33.1						
2004	4	1	TF	01	75.8	10.0	0.002	0.71	0.95	0.39	0.12
2004	4	1	TF	02	61.8						
2004	4	1	TF	03	106.3						
2004	4	1	TF	04	61.8						
2004	4	1	TF	05	68.1	10.6	0.004	0.76	0.95	0.38	0.12
2004	4	1	TF	06	75.1						
2004	4	1	TF	07	69.4						
2004	4	1	TF	08	68.8						
2004	4	1	TF	09	74.8	13.8	0.007	0.75	1.31	0.36	0.08
2004	4	1	TF	10	56.7						
2004	4	1	TF	11	43.3						
2004	4	1	TF	12	62.4						

year	month	date	parameter	replicate	flux	cond.	H ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	tN	NO ₃ ⁻ -N
					(mm)	(us cm ⁻¹)	(ppm)				
2004	4	15	TF	01	76.7	7.5	0.002	1.00	0.51	0.29	0.11
2004	4	15	TF	02	61.4						
2004	4	15	TF	03	101.9						
2004	4	15	TF	04	60.2						
2004	4	15	TF	05	67.5	7.6	0.002	0.30	0.57	0.27	0.10
2004	4	15	TF	06	79.6						
2004	4	15	TF	07	69.7						
2004	4	15	TF	08	73.8						
2004	4	15	TF	09	81.8	8.6	0.004	0.26	0.65	0.23	0.07
2004	4	15	TF	10	53.5						
2004	4	15	TF	11	43.0						
2004	4	15	TF	12	78.6						
2004	4	29	TF	01	27.4	12.2	0.002	0.43	1.40	0.55	0.18
2004	4	29	TF	02	22.9						
2004	4	29	TF	03	36.3						
2004	4	29	TF	04	21.0						
2004	4	29	TF	05	21.6	14.1	0.002	0.59	1.63	0.62	0.18
2004	4	29	TF	06	24.8						
2004	4	29	TF	07	22.3						
2004	4	29	TF	08	21.0						
2004	4	29	TF	09	30.6	17.0	0.006	0.53	2.06	0.46	0.06
2004	4	29	TF	10	17.8						
2004	4	29	TF	11	14.6						
2004	4	29	TF	12	33.7						
2004	5	13	TF	01	17.1	16.8	0.003	0.78	2.53	0.74	0.29
2004	5	13	TF	02	12.9						
2004	5	13	TF	03	28.7						
2004	5	13	TF	04	12.9						
2004	5	13	TF	05	13.1	17.5	0.005	0.75	2.55	0.67	0.27
2004	5	13	TF	06	21.8						
2004	5	13	TF	07	14.5						
2004	5	13	TF	08	14.3						
2004	5	13	TF	09	25.1	21.7	0.010	0.91	2.85	0.57	0.20
2004	5	13	TF	10	11.2						
2004	5	13	TF	11	11.3						
2004	5	13	TF	12	23.3						

year	month	date	parameter	replicate	flux (mm)	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	H ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	tN	NO ₃ ⁻ -N
					(ppm)						
2004	5	28	TF	01	153.6	6.6	0.001	0.17	0.67	0.30	0.09
2004	5	28	TF	02	131.0						
2004	5	28	TF	03	213.3						
2004	5	28	TF	04	112.5						
2004	5	28	TF	05	132.8	6.9	0.003	0.96	0.69	0.23	0.07
2004	5	28	TF	06	160.2						
2004	5	28	TF	07	133.8						
2004	5	28	TF	08	130.8						
2004	5	28	TF	09	162.3	8.8	0.004	0.23	0.84	0.20	0.06
2004	5	28	TF	10	109.2						
2004	5	28	TF	11	83.9						
2004	5	28	TF	12	111.5						

year	month	date	parameter	replicate	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
(ppm)												
2003	7	24	TF	01	0.12	0.37	0.17	0.11	0.24	0.05	0.02	0.04
2003	7	24	TF	02	0.15	0.54	0.13	0.25	0.36	0.04	0.03	
2003	7	24	TF	03	0.17	0.50	0.21	0.25	0.34	0.02	0.03	
2003	7	24	TF	04	0.15	0.48	0.15	0.25	0.32	0.05	0.03	
2003	7	24	TF	05	0.13	0.45	0.16	0.12	0.29	0.05	0.02	0.03
2003	7	24	TF	06	0.15	0.38	0.18	0.11	0.36	0.06	0.02	0.03
2003	7	24	TF	07	0.11	0.43	0.19	0.10	0.21	0.06	0.02	0.03
2003	7	24	TF	08	0.12	0.40	0.20	0.12	0.25	0.06	0.02	0.03
2003	7	24	TF	09	0.11	0.46	0.32	0.11	0.28	0.01	0.02	0.04
2003	7	24	TF	10	0.16	0.77	0.10	0.17	0.38	0.03	0.02	0.04
2003	7	24	TF	11	0.13	0.59	0.09	0.11	0.27	0.05	0.02	0.04
2003	7	24	TF	12	0.13	0.44	0.15	0.10	0.26	0.04	0.02	0.04
2003	8	11	TF	01	0.30	0.73	0.50	0.15	0.66	0.00	0.02	0.01
2003	8	11	TF	02	0.25	1.26	1.50	0.20	0.65	0.00	0.02	0.02
2003	8	11	TF	03	0.25	1.11	0.54	0.23	0.60	0.00	0.02	0.03
2003	8	11	TF	04	0.33	0.93	0.43	0.21	0.73	0.01	0.02	0.02
2003	8	11	TF	05	0.35	0.71	0.87	0.20	0.73	0.00	0.02	0.02
2003	8	11	TF	06	0.28	0.85	0.24	0.26	0.80	0.01	0.02	0.04
2003	8	11	TF	07	0.24	0.71	0.30	0.18	0.60	0.01	0.02	0.03
2003	8	11	TF	08	0.28	0.77	0.42	0.21	0.68	0.01	0.03	0.03
2003	8	11	TF	09	0.19	0.87	0.55	0.19	0.58	0.00	0.02	0.03
2003	8	11	TF	10	0.43	2.15	0.74	0.44	1.50	0.00	0.03	0.08
2003	8	11	TF	11	0.40	1.43	1.25	0.28	1.04	0.00	0.04	0.04
2003	8	11	TF	12	0.24	0.75	1.00	0.15	0.52	0.14	0.04	0.07
2003	8	26	TF	01	0.28	0.64	0.18	0.27	0.49	0.02	0.03	0.12
2003	8	26	TF	02	0.23	0.77	0.17	0.26	0.48	0.01	0.03	0.11
2003	8	26	TF	03	0.19	0.66	0.13	0.15	0.42	0.00	0.02	0.01
2003	8	26	TF	04	0.22	0.54	0.18	0.12	0.43	0.02	0.02	0.02
2003	8	26	TF	05	0.22	0.60	0.15	0.28	0.49	0.02	0.04	0.12
2003	8	26	TF	06	0.23	0.53	0.16	0.29	0.49	0.02	0.03	0.12
2003	8	26	TF	07	0.17	0.44	0.15	0.10	0.31	0.03	0.02	0.02
2003	8	26	TF	08	0.20	0.47	0.20	0.12	0.39	0.04	0.02	0.02
2003	8	26	TF	09	0.17	0.49	0.13	0.12	0.40	0.00	0.02	0.02
2003	8	26	TF	10								
2003	8	26	TF	11	0.25	1.19	0.32	0.16	0.60	0.01	0.02	0.02
2003	8	26	TF	12	0.21	0.43	0.29	0.06	0.27	0.06	0.03	0.02

year	month	date	parameter	replicate	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
(ppm)												
2003	9	8	TF	01	0.51	0.22	0.02	0.09	0.12	0.02	0.02	0.03
2003	9	8	TF	02	0.48	0.27	0.03	0.08	0.10	0.01	0.02	0.02
2003	9	8	TF	03	0.49	0.23	0.02	0.10	0.12	0.01	0.02	0.02
2003	9	8	TF	04	0.49	0.25	0.03	0.09	0.11	0.01	0.02	0.02
2003	9	8	TF	05	0.49	0.23	0.04	0.10	0.16	0.02	0.02	0.03
2003	9	8	TF	06	0.50	0.21	0.04	0.10	0.11	0.01	0.02	0.03
2003	9	8	TF	07	0.49	0.21	0.03	0.09	0.13	0.02	0.02	0.03
2003	9	8	TF	08	0.54	0.31	0.02	0.23	0.20	0.02	0.03	0.11
2003	9	8	TF	09	0.53	0.34	0.03	0.23	0.23	0.01	0.03	0.11
2003	9	8	TF	10	0.48	0.42	0.03	0.24	0.28	0.02	0.03	0.12
2003	9	8	TF	11	0.52	0.40	0.10	0.23	0.24	0.02	0.03	0.12
2003	9	8	TF	12	0.45	0.32	0.01	0.23	0.21	0.02	0.03	0.12
2003	9	19	TF	01	0.18	0.24	0.02	0.08	0.10	0.01	0.02	0.03
2003	9	19	TF	02	0.16	0.27	0.02	0.08	0.08	0.01	0.02	0.03
2003	9	19	TF	03	0.15	0.24	0.02	0.10	0.11	0.01	0.02	0.03
2003	9	19	TF	04	0.20	0.43	0.04		0.17	0.01	0.03	
2003	9	19	TF	05	0.17	0.27	0.05	0.08	0.10	0.01	0.02	0.03
2003	9	19	TF	06	0.17	0.25	0.06	0.08	0.10	0.01	0.02	0.03
2003	9	19	TF	07	0.16	0.22	0.03	0.08	0.11	0.01	0.02	0.03
2003	9	19	TF	08	0.17	0.28	0.08	0.10	0.09	0.01	0.02	0.04
2003	9	19	TF	09	0.14	0.30	0.04	0.12	0.14	0.00	0.02	0.05
2003	9	19	TF	10	0.21	0.46		0.13	0.12	0.00	0.02	0.06
2003	9	19	TF	11	0.23	0.48	0.02	0.12	0.17	0.01	0.02	0.03
2003	9	19	TF	12	0.23	0.30	0.02	0.11	0.12	0.01	0.03	0.05
2003	10	2	TF	01	0.27	0.57	0.02	0.16	0.25	0.01	0.02	0.05
2003	10	2	TF	02	0.24	0.65	0.02	0.15	0.18	0.01	0.02	0.06
2003	10	2	TF	03	0.23	0.42	0.02	0.16	0.22	0.01	0.02	0.06
2003	10	2	TF	04	0.24	0.47	0.02	0.15	0.18	0.02	0.02	0.06
2003	10	2	TF	05	0.24	0.35	0.02	0.09	0.19	0.03	0.02	0.02
2003	10	2	TF	06	0.25	0.37	0.05	0.10	0.16	0.03	0.02	0.03
2003	10	2	TF	07	0.24	0.38	0.04	0.09	0.23	0.03	0.02	0.02
2003	10	2	TF	08	0.22	0.42	0.10	0.07	0.16	0.02	0.02	0.01
2003	10	2	TF	09	0.24	0.40	0.07	0.13	0.27	0.00	0.02	0.02
2003	10	2	TF	10	0.27	0.89	0.02	0.12	0.32	0.01	0.02	0.03
2003	10	2	TF	11	0.30	0.63	0.02	0.11	0.29	0.04	0.02	0.02
2003	10	2	TF	12	0.42	0.30	0.02	0.08	0.20	0.02	0.02	0.03

year	month	date	parameter	replicate	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
								(ppm)				
2003	10	16	TF	01	0.18	0.35	0.04	0.12	0.10	0.01	0.02	0.06
2003	10	16	TF	02	0.18	0.43	0.02	0.13	0.11	0.01	0.02	0.05
2003	10	16	TF	03	0.16	0.31	0.02	0.14	0.10	0.01	0.02	0.06
2003	10	16	TF	04	0.18	0.35	0.03	0.13	0.10	0.01	0.02	0.06
2003	10	16	TF	05	0.19	0.30	0.03	0.12	0.22	0.02	0.02	0.05
2003	10	16	TF	06	0.18	0.29	0.03	0.11	0.09	0.03	0.02	0.05
2003	10	16	TF	07	0.17	0.34	0.02	0.11	0.09	0.01	0.02	0.05
2003	10	16	TF	08	0.17	0.34	0.03	0.11	0.13	0.01	0.02	0.05
2003	10	16	TF	09	0.15	0.36	0.02	0.14	0.13	0.01	0.02	0.06
2003	10	16	TF	10	0.21	0.55	0.02	0.13	0.17	0.01	0.02	0.06
2003	10	16	TF	11	0.20	0.49	0.01	0.12	0.15	0.02	0.02	0.05
2003	10	16	TF	12	0.20	0.35	0.01	0.15	0.15	0.02	0.02	
2003	10	30	TF	01	3.36	1.19	0.20	0.60	1.35	0.12	0.02	0.06
2003	10	30	TF	02	2.72	1.44	0.10	0.58	1.30	0.11	0.03	0.05
2003	10	30	TF	03	2.65	0.92	0.07	0.59	1.12	0.13	0.02	0.06
2003	10	30	TF	04	3.18	1.34	0.12	0.55	1.23	0.17	0.02	0.05
2003	10	30	TF	05	3.58	1.02	0.04	0.56	1.35	0.22	0.02	0.05
2003	10	30	TF	06	3.71	0.99	0.24	0.58	1.03	0.21	0.02	0.06
2003	10	30	TF	07	3.05	1.45	0.02	0.53	1.20	0.21	0.03	0.05
2003	10	30	TF	08	3.02	1.71	0.01	0.62	1.29	0.14	0.02	0.05
2003	10	30	TF	09	2.88	1.07	0.09	0.66	1.39	0.06	0.02	0.06
2003	10	30	TF	10	4.00	2.56	0.05	1.01	2.65	0.11	0.02	0.08
2003	10	30	TF	11	3.64	1.84	0.05	0.67	1.75	0.22	0.03	0.06
2003	10	30	TF	12	2.46	1.30	0.02	0.71	1.49	0.08	0.02	0.15
2003	11	13	TF	01	0.43	0.99	0.01	0.21	0.31	0.01	0.02	0.05
2003	11	13	TF	02	0.40	1.43	0.01	0.24	0.27	0.01	0.02	0.05
2003	11	13	TF	03	0.31	0.52	0.01	0.25	0.24	0.01	0.02	0.06
2003	11	13	TF	04	0.45	1.46	0.01	0.29	0.45	0.01	0.02	0.04
2003	11	13	TF	05	0.41	0.94	0.02	0.18	0.22	0.01	0.02	0.05
2003	11	13	TF	06	0.39	0.76	0.00	0.18	0.17	0.01	0.02	0.06
2003	11	13	TF	07	0.39	1.22	0.01	0.22	0.23	0.01	0.02	0.05
2003	11	13	TF	08	0.45	1.93	0.02	0.40	0.40	0.01	0.02	0.06
2003	11	13	TF	09	0.28	0.81	0.01	0.23	0.22	0.00	0.02	0.06
2003	11	13	TF	10	0.68	2.71	0.01	0.26	0.44	0.00	0.02	0.07
2003	11	13	TF	11	0.71	1.26	0.01	0.24	0.43	0.07	0.03	0.06
2003	11	13	TF	12	0.36	0.55	0.01	0.25	0.24	0.03	0.03	0.09

year	month	date	parameter	replicate	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
(ppm)												
2003	11	27	TF	m1	0.24	0.30	0.01	0.03	0.11	0.00	0.00	0.00
2003	11	27	TF	m2	0.18	0.33	0.01	0.04	0.24	0.00	0.00	0.00
2003	11	27	TF	m3	0.33	0.44	0.02	0.01	0.13	0.00	0.00	0.00
2003	12	11	TF	m1	0.33	0.26	0.02	0.08	0.37	0.02	0.00	0.00
2003	12	11	TF	m2	0.27	0.34	0.01	0.10	0.43	0.02	0.00	0.00
2003	12	11	TF	m3	0.33	0.42	0.01	0.10	0.34	0.02	0.00	0.00
2003	12	25	TF	m1	1.07	1.35	0.09	0.47	1.23	0.22	0.00	0.01
2003	12	25	TF	m2	0.77	1.08	0.05	0.25	1.06	0.22	0.00	0.00
2003	12	25	TF	m3	1.01	1.00	0.05	0.22	1.14	0.13	0.00	0.00
2004	1	9	TF	m1	1.53	1.52	0.43	0.51	2.27	0.55	0.00	0.00
2004	1	9	TF	m2	1.67	1.83	0.29	0.63	2.31	0.66	0.00	0.00
2004	1	9	TF	m3	1.55	1.94	0.35	0.57	2.36	0.42	0.00	0.00
2004	2	2	TF	m1	0.21	0.40	0.09	0.05	0.53	0.11	0.00	0.00
2004	2	2	TF	m2	0.20	0.49	0.07	0.09	0.58	0.13	0.00	0.00
2004	2	2	TF	m3	0.40	0.75	0.05	0.09	0.69	0.15	0.00	0.00
2004	2	19	TF	m1	0.09	0.00	0.01	0.00	0.12	0.02	0.00	0.00
2004	2	19	TF	m2	0.10	0.02	0.01	0.00	0.13	0.02	0.00	0.00
2004	2	19	TF	m3	0.07	0.05	0.01	0.00	0.16	0.02	0.00	0.00
2004	3	4	TF	m1	0.22	0.20	0.13	0.04	0.46	0.08	0.00	0.00
2004	3	4	TF	m2	0.34	0.26	0.08	0.04	0.50	0.09	0.00	0.00
2004	3	4	TF	m3	0.25	0.36	0.07	0.05	0.53	0.09	0.00	0.00
2004	3	18	TF	m1	0.33	0.28	0.53	0.06	0.77	0.29	0.00	0.00
2004	3	18	TF	m2	0.38	0.33	0.40	0.08	0.79	0.18	0.00	0.00
2004	3	18	TF	m3	0.36	0.47	0.28	0.10	0.78	0.11	0.00	0.00
2004	4	1	TF	m1	0.10	0.21	0.08	0.01	0.38	0.04	0.00	0.00
2004	4	1	TF	m2	0.12	0.24	0.10	0.01	0.37	0.04	0.00	0.00
2004	4	1	TF	m3	0.31	0.45	0.07	0.06	0.45	0.04	0.00	0.00
2004	4	15	TF	m1	0.42	0.05	0.07	0.00	0.27	0.01	0.00	0.00
2004	4	15	TF	m2	0.31	0.03	0.06	0.00	0.32	0.01	0.00	0.00
2004	4	15	TF	m3	0.41	0.08	0.04	0.00	0.36	0.02	0.00	0.00
2004	4	29	TF	m1	0.31	0.39	0.19	0.00	0.50	0.04	0.00	0.00
2004	4	29	TF	m2	0.38	0.67	0.20	0.00	0.74	0.05	0.00	0.00
2004	4	29	TF	m3	0.51	0.80	0.08	0.06	0.77	0.06	0.00	0.00
2004	5	13	TF	m1	0.50	0.83	0.22	0.04	0.68	0.22	0.00	0.00
2004	5	13	TF	m2	0.48	0.71	0.15	0.05	0.69	0.34	0.00	0.00
2004	5	13	TF	m3	0.63	1.05	0.13	0.08	0.74	0.25	0.00	0.00
2004	5	28	TF	m1	0.44	0.08	0.06	0.00	0.23	0.02	0.00	0.00
2004	5	28	TF	m2	0.45	0.08	0.03	0.00	0.29	0.04	0.00	0.00
2004	5	28	TF	m3	0.53	0.15	0.04	0.02	0.36	0.03	0.00	0.00

附錄 8 苔蘚上方穿落化學組成

year	month	date	parameter	species	replicate	flux	cond.	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(mm)	(us cm ⁻¹)						
2003	7	24	BI	br1	1	56.1	11.2	0.78	0.24	0.26	1.53	0.002	0.19
2003	7	24	BI	br1	2	64.2	9.9	0.41	0.20	0.17	1.24	0.002	0.19
2003	7	24	BI	br1	3	77.2	8.8	0.48	0.24	0.26	1.34	0.002	0.19
2003	7	24	BI	br2	1	68.0	9.1	0.49	0.23	0.06	1.31	0.002	0.20
2003	7	24	BI	br2	2	55.8	9.6	0.41	0.22	0.06	1.30	0.002	0.17
2003	7	24	BI	br2	3	62.4	9.4	0.48	0.25	0.49	1.37	0.002	0.17
2003	7	24	BI	br3	1	72.9	9.6	0.46	0.24	0.14	1.31	0.002	0.18
2003	7	24	BI	br3	2	76.7	10.3	0.42	0.22	0.23	1.34	0.003	0.18
2003	7	24	BI	br3	3	71.3	10.2	0.49	0.26	0.14	1.36	0.003	0.20
2003	7	24	BI	br4	1	65.5	10.5	0.43	0.27	0.20	1.42	0.002	0.20
2003	7	24	BI	br4	2	52.5	10.3	0.49	0.27	0.12	1.64	0.001	0.25
2003	7	24	BI	br4	3	81.8	9.0	0.54	0.25	0.12	1.37	0.001	0.17
2003	7	24	BI	br5a	1	74.9	8.9	0.65	0.21	0.09	1.31	0.003	0.18
2003	7	24	BI	br5a	2	59.1	10.0	0.58	0.24	0.20	1.41	0.003	0.19
2003	7	24	BI	br5a	3	55.3	9.2	0.51	0.24	0.09	1.34	0.002	0.17
2003	7	24	BI	br5t	1	74.6	10.4	0.65	0.25	0.34	1.43	0.002	0.20
2003	7	24	BI	br5t	2	59.4	9.3	0.63	0.22	0.12	1.29	0.003	0.16
2003	7	24	BI	br5t	3	58.6	9.8	0.51	0.26	0.14	1.46	0.002	0.18
2003	8	11	BI	br1	1	15.4	17.7	1.00	0.26	0.88	1.97	0.001	0.38
2003	8	11	BI	br1	2	14.3	28.5	0.76	0.17	0.51	3.53	0.000	0.39
2003	8	11	BI	br1	3	16.8	18.8	1.08	0.36	1.05	2.62	0.000	0.32
2003	8	11	BI	br2	1	12.1	19.4	1.00	0.26	1.54	2.15	0.000	0.35
2003	8	11	BI	br2	2	13.3	18.3	1.24	0.25	1.79	1.73	0.001	0.37
2003	8	11	BI	br2	3	19.3	18.6	1.04	0.29	2.16	1.90	0.001	0.33
2003	8	11	BI	br3	1	17.1	22.3	1.12	0.35	1.11	2.13	0.001	0.41
2003	8	11	BI	br3	2	13.4	24.6	1.30	0.45	1.17	2.24	0.002	0.57
2003	8	11	BI	br3	3	15.8	39.7	3.36	0.45	1.11	3.10	0.000	0.48
2003	8	11	BI	br4	1	23.0	40.2	1.53	0.32	1.34	3.82	0.000	0.29
2003	8	11	BI	br4	2	20.3	21.5	0.88	0.23	1.05	2.69	0.000	0.26
2003	8	11	BI	br4	3	20.7	20.2	0.73	0.33	0.91	3.10	0.000	0.27
2003	8	11	BI	br5a	1	20.7	14.3	0.53	0.19	0.94	1.64	0.003	0.31
2003	8	11	BI	br5a	2	17.7	16.3	1.34	0.21	0.54	1.76	0.001	0.35
2003	8	11	BI	br5a	3	26.3	11.2	0.87	0.25	1.14	1.39	0.001	0.26
2003	8	11	BI	br5t	1	21.2	15.9	0.81	0.26	0.40	1.69	0.001	0.28
2003	8	11	BI	br5t	2	26.8	13.1	1.17	0.23	0.37	1.57	0.001	0.26
2003	8	11	BI	br5t	3	25.2	13.9	0.64	0.21	0.57	1.69	0.001	0.29

year	month	date	parameter	species	replicate	flux	cond.	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(mm)	($\mu\text{s cm}^{-1}$)	(ppm)					
2003	8	26	BI	br1	1	82.0	9.4	0.33	0.15	0.34	1.14	0.002	0.19
2003	8	26	BI	br1	2	76.4	10.4	0.30	0.10	0.37	1.17	0.001	0.20
2003	8	26	BI	br1	3	80.5	10.1	0.45	0.22	0.32	1.53	0.001	0.21
2003	8	26	BI	br1	4	109.3	9.6	0.42	0.18	0.26	1.24	0.001	0.23
2003	8	26	BI	br2	1	61.4	11.2	0.48	0.13	0.20	1.37	0.001	0.23
2003	8	26	BI	br2	2	66.0	12.2	0.40	0.13	0.43	1.31	0.003	0.21
2003	8	26	BI	br2	3	85.6	10.3	0.40	0.14	0.23	1.19	0.002	0.22
2003	8	26	BI	br2	4	88.4	11.0	0.62	0.17	0.49	1.27	0.001	0.23
2003	8	26	BI	br3	1	102.4	11.0	0.34	0.14	0.40	1.21	0.001	0.24
2003	8	26	BI	br3	2	71.6	14.9	0.73	0.15	0.40	1.45	0.001	0.24
2003	8	26	BI	br3	3	106.5	11.6	0.47	0.14	0.40	1.19	0.001	0.26
2003	8	26	BI	br3	4	87.8	11.3	0.45	0.02	0.29	1.49	0.001	0.20
2003	8	26	BI	br4	1	102.9	13.1	0.53	0.20	0.34	1.91	0.001	0.20
2003	8	26	BI	br4	2	95.3	11.6	0.34	0.16	0.29	1.45	0.001	0.19
2003	8	26	BI	br4	3	96.1	13.9	0.81	0.19	0.29	1.91	0.000	0.23
2003	8	26	BI	br4	4	98.9	12.7	0.52	0.12	0.54	1.62	0.001	0.18
2003	8	26	BI	br5a	1	102.4	9.3	0.40	0.10	0.71	1.14	0.003	0.21
2003	8	26	BI	br5a	2	90.4	9.1	0.35	0.10	0.63	1.04	0.002	0.19
2003	8	26	BI	br5a	3	115.7	8.0	0.40	0.16	0.49	1.05	0.001	0.19
2003	8	26	BI	br5a	4	60.9	10.2	0.38	0.11	0.43	1.15	0.001	0.19
2003	8	26	BI	br5t	1	104.2	9.1	0.36	0.14	0.20	1.10	0.002	0.23
2003	8	26	BI	br5t	2	112.1	8.1	0.32	0.14	0.46	1.11	0.001	0.22
2003	8	26	BI	br5t	3	104.7	8.5	0.34	0.11	0.49	1.01	0.002	0.18
2003	8	26	BI	br5t	4	78.5	9.4	0.37	0.11	0.49	1.14	0.001	0.20
2003	9	8	BI	br1	1	330.6	6.5	0.08	0.03	1.00	0.38	0.001	0.51
2003	9	8	BI	br1	2	330.6	6.8	0.13	0.03	0.94	0.36	0.001	0.48
2003	9	8	BI	br1	3	330.6	7.2	0.07	0.03	0.91	0.35	0.002	0.49
2003	9	8	BI	br1	4	330.6	7.2	0.10	0.03	1.00	0.37	0.001	0.49
2003	9	8	BI	br2	1	330.6	7.4	0.07	0.02	0.91	0.37	0.002	0.53
2003	9	8	BI	br2	2	330.6	6.7	0.12	0.02	1.03	0.47	0.001	0.48
2003	9	8	BI	br2	3	330.6	6.5	0.09	0.03	1.00	0.43	0.001	0.52
2003	9	8	BI	br2	4	330.6	6.8	0.05	0.02	0.97	0.40	0.001	0.45
2003	9	8	BI	br3	1	330.6	7.5	0.07	0.02	0.91	0.37	0.001	0.53
2003	9	8	BI	br3	2	330.6	7.7	0.12	0.02	1.03	0.47	0.001	0.48
2003	9	8	BI	br3	3	330.6	7.8	0.09	0.03	1.00	0.43	0.001	0.52
2003	9	8	BI	br3	4	330.6	9.4	0.05	0.02	0.97	0.40	0.001	0.45
2003	9	8	BI	br4	1	330.6	8.3	0.08	0.03	1.00	0.38	0.001	0.51
2003	9	8	BI	br4	2	330.6	8.6	0.13	0.03	0.94	0.36	0.001	0.48
2003	9	8	BI	br4	3	330.6	7.4	0.07	0.03	0.91	0.35	0.001	0.49
2003	9	8	BI	br4	4	330.6	8.7	0.10	0.03	1.00	0.37	0.001	0.49
2003	9	8	BI	br5a	1	330.6	7.0	0.09	0.03	1.11	0.38	0.001	0.49
2003	9	8	BI	br5a	2	330.6	6.6	0.08	0.03	1.00	0.36	0.001	0.50
2003	9	8	BI	br5a	3	330.6	6.4	0.06	0.02	0.94	0.35	0.001	0.49
2003	9	8	BI	br5a	4	330.6	8.8	0.08	0.03	0.94	0.41	0.001	0.54
2003	9	8	BI	br5t	1	330.6	6.6	0.09	0.03	1.11	0.38	0.001	0.49
2003	9	8	BI	br5t	2	330.6	6.1	0.08	0.03	1.00	0.36	0.001	0.50
2003	9	8	BI	br5t	3	330.6	6.7	0.06	0.02	0.94	0.35	0.001	0.49
2003	9	8	BI	br5t	4	330.6	6.2	0.08	0.03	0.94	0.41	0.001	0.54

year	month	date	parameter	species	replicate	flux (mm)	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
												(ppm)	
2003	9	19	BI	br1	1	110.8	4.3	0.09	0.04	0.26	0.51	0.002	0.15
2003	9	19	BI	br1	2	109.6	4.4	0.07	0.02	0.20	0.50	0.002	0.18
2003	9	19	BI	br1	3	84.1	4.0	0.08	0.02	0.09	0.62	0.001	0.18
2003	9	19	BI	br1	4	124.4	6.0	0.08	0.04	0.26	0.46	0.001	0.18
2003	9	19	BI	br2	1	89.4	4.5	0.11	0.03	0.26	0.54	0.002	0.19
2003	9	19	BI	br2	2	93.5	5.3	0.06	0.01	0.20	0.91	0.001	0.18
2003	9	19	BI	br2	3	115.2	4.4	0.07	0.02	0.20	0.53	0.002	0.18
2003	9	19	BI	br2	4	114.0	4.4	0.12	0.04	0.20	0.58	0.001	0.18
2003	9	19	BI	br3	1	124.4	4.5	0.12	0.03	0.20	0.46	0.001	0.17
2003	9	19	BI	br3	2	127.1	5.4	0.06	0.01	0.20	0.56	0.003	0.22
2003	9	19	BI	br3	3	124.4	5.1	0.14	0.05	0.20	0.48	0.002	0.17
2003	9	19	BI	br3	4	130.2	5.1	0.06	0.02	0.26	0.47	0.001	0.15
2003	9	19	BI	br4	1	104.2	4.9	0.07	0.03	0.20	0.65	0.001	0.15
2003	9	19	BI	br4	2	91.7	5.7	0.15	0.03	0.20	0.59	0.001	0.14
2003	9	19	BI	br4	3	124.4	5.2	0.10	0.04	0.26	0.72	0.002	0.17
2003	9	19	BI	br4	4	100.6	4.9	0.12	0.04	0.20	0.67	0.001	0.17
2003	9	19	BI	br5a	1	124.4	5.0	0.16	0.04	0.20	0.47	0.001	0.16
2003	9	19	BI	br5a	2	129.9	4.9	0.09	0.01	0.26	0.60	0.002	0.18
2003	9	19	BI	br5a	3	124.4	4.1	0.11	0.04	0.20	0.48	0.002	0.17
2003	9	19	BI	br5a	4	100.4	4.1	0.04	0.01	0.20	0.51	0.001	0.17
2003	9	19	BI	br5t	1	124.4	5.0	0.09	0.04	0.20	0.47	0.001	0.16
2003	9	19	BI	br5t	2	124.4	4.2	0.08	0.06	0.20	0.51	0.002	0.15
2003	9	19	BI	br5t	3	124.4	4.6	0.12	0.05	0.26	0.51	0.001	0.20
2003	9	19	BI	br5t	4	114.9	4.1	0.06	0.01	0.20	0.56	0.001	0.18
2003	10	2	BI	br1	1	95.9	7.9	0.14	0.05	0.43	1.08	0.003	0.24
2003	10	2	BI	br1	2	111.5	8.1	0.11	0.03	0.43	1.07	0.002	0.25
2003	10	2	BI	br1	3	60.9	8.3	0.16	0.08	0.34	1.48	0.002	0.26
2003	10	2	BI	br1	4	108.3	8.2	0.09	0.04	0.56	0.97	0.001	0.27
2003	10	2	BI	br2	1	66.9	8.1	0.17	0.04	0.56	1.11	0.001	0.26
2003	10	2	BI	br2	2	66.7	9.1	0.09	0.04	0.34	1.08	0.002	0.29
2003	10	2	BI	br2	3	104.4	8.1	0.10	0.02	0.51	1.08	0.001	0.23
2003	10	2	BI	br2	4	116.5	7.3	0.11	0.04	0.29	1.02	0.001	0.23
2003	10	2	BI	br3	1	124.6	8.5	0.10	0.04	0.26	1.11	0.002	0.26
2003	10	2	BI	br3	2	98.7	10.8	0.11	0.04	0.37	1.16	0.004	0.30
2003	10	2	BI	br3	3	130.6	9.3	0.09	0.02	0.43	1.15	0.002	0.26
2003	10	2	BI	br3	4	84.2	7.3	0.13	0.06	0.46	1.03	0.001	0.25
2003	10	2	BI	br4	1	101.8	8.0	0.16	0.10	0.34	1.37	0.001	0.24
2003	10	2	BI	br4	2	99.8	9.9	0.30	0.08	0.20	1.15	0.001	0.22
2003	10	2	BI	br4	3	82.2	8.8	0.17	0.10	0.29	1.52	0.001	0.27
2003	10	2	BI	br4	4	102.5	8.7	0.15	0.05	0.34	1.41	0.001	0.23
2003	10	2	BI	br5a	1	123.4	7.3	0.15	0.02	0.51	1.01	0.003	0.27
2003	10	2	BI	br5a	2	111.1	7.5	0.10	0.03	0.51	1.02	0.002	0.27
2003	10	2	BI	br5a	3	108.3	7.2	0.13	0.05	0.46	0.96	0.002	0.24
2003	10	2	BI	br5a	4	100.1	8.0	0.10	0.02	0.40	1.15	0.002	0.26
2003	10	2	BI	br5t	1	125.3	7.9	0.04	0.01	0.56	1.05	0.002	0.26
2003	10	2	BI	br5t	2	108.3	7.0	0.09	0.04	0.56	0.97	0.003	0.24
2003	10	2	BI	br5t	3	108.3	7.2	0.11	0.06	0.34	0.99	0.002	0.23
2003	10	2	BI	br5t	4	108.2	7.5	0.09	0.03	0.49	1.08	0.002	0.25

year	month	date	parameter	species	replicate	flux (mm)	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
											(ppm)		
2003	10	16	BI	br1	1	342.0	5.9	0.16	0.04	0.17	0.53	0.001	0.18
2003	10	16	BI	br1	2	342.0	4.5	0.08	0.03	0.12	0.53	0.001	0.18
2003	10	16	BI	br1	3	342.0	5.6	0.09	0.04	0.14	0.52	0.001	0.16
2003	10	16	BI	br1	4	342.0	4.8	0.09	0.05	0.14	0.52	0.001	0.18
2003	10	16	BI	br2	1	342.0	4.9	0.08	0.04	0.12	0.52	0.001	0.15
2003	10	16	BI	br2	2	342.0	5.3	0.06	0.01	0.14	0.60	0.002	0.21
2003	10	16	BI	br2	3	342.0	5.2	0.06	0.02	0.14	0.58	0.001	0.20
2003	10	16	BI	br2	4	342.0	4.9	0.06	0.00	0.14	0.56	0.001	0.20
2003	10	16	BI	br3	1	342.0	4.8	0.08	0.04	0.14	0.52	0.001	0.15
2003	10	16	BI	br3	2	342.0	4.5	0.06	0.01	0.14	0.60	0.002	0.21
2003	10	16	BI	br3	3	342.0	4.2	0.06	0.02	0.17	0.58	0.001	0.20
2003	10	16	BI	br3	4	342.0	4.2	0.06	0.00	0.12	0.56	0.001	0.20
2003	10	16	BI	br4	1	342.0	6.7	0.16	0.04	0.14	0.53	0.001	0.18
2003	10	16	BI	br4	2	342.0	8.0	0.08	0.03	0.14	0.53	0.001	0.18
2003	10	16	BI	br4	3	342.0	6.4	0.09	0.04	0.14	0.52	0.001	0.16
2003	10	16	BI	br4	4	342.0	5.1	0.09	0.05	0.17	0.52	0.001	0.18
2003	10	16	BI	br5a	1	342.0	4.3	0.09	0.04	0.12	0.52	0.001	0.19
2003	10	16	BI	br5a	2	342.0	3.7	0.09	0.04	0.14	0.55	0.001	0.18
2003	10	16	BI	br5a	3	342.0	3.5	0.07	0.03	0.14	0.52	0.002	0.17
2003	10	16	BI	br5a	4	342.0	4.4	0.09	0.04	0.17	0.52	0.001	0.17
2003	10	16	BI	br5t	1	342.0	4.3	0.09	0.04	0.14	0.52	0.001	0.19
2003	10	16	BI	br5t	2	342.0	3.6	0.09	0.04	0.17	0.55	0.001	0.18
2003	10	16	BI	br5t	3	342.0	3.9	0.07	0.03	0.12	0.52	0.003	0.17
2003	10	16	BI	br5t	4	342.0	4.0	0.09	0.04	0.14	0.52	0.001	0.17
2003	10	30	BI	br1	1	11.3	44.0	0.40	0.24	5.68	4.88	0.006	2.78
2003	10	30	BI	br1	2	13.6	50.9	0.56	0.20	5.32	5.36	0.010	2.84
2003	10	30	BI	br1	3	8.0	42.3	0.80	0.42	5.57	5.51	0.003	2.78
2003	10	30	BI	br1	4	17.8	47.9	0.66	0.32	4.75	5.42	0.005	3.17
2003	10	30	BI	br2	1	7.2	43.7	0.69	0.23	6.65	5.19	0.004	2.51
2003	10	30	BI	br2	2	6.8	46.2	0.87	0.27	6.05	5.09	0.006	2.69
2003	10	30	BI	br2	3	13.1	43.5	0.55	0.28	4.52	4.48	0.013	2.41
2003	10	30	BI	br2	4	11.1	46.9	0.77	0.32	4.75	5.44	0.004	2.79
2003	10	30	BI	br3	1	14.1	57.1	0.51	0.28	5.14	5.87	0.013	3.50
2003	10	30	BI	br3	2	11.2	87.4	0.89	0.57	5.06	7.35	0.035	5.42
2003	10	30	BI	br3	3	15.5	60.7	0.52	0.39	5.54	5.97	0.018	4.18
2003	10	30	BI	br3	4	11.2	38.2	0.45	0.27	4.92	4.30	0.006	2.24
2003	10	30	BI	br4	1	10.8	38.6	0.96	0.48	4.72	5.01	0.003	2.41
2003	10	30	BI	br4	2	14.0	32.5	0.40	0.15	4.46	4.23	0.002	1.90
2003	10	30	BI	br4	3	13.1	49.6	1.18	0.60	6.05	6.29	0.002	3.54
2003	10	30	BI	br4	4	11.9	37.4	0.63	0.29	6.05	4.91	0.003	2.08
2003	10	30	BI	br5a	1	13.7	44.6	0.64	0.20	8.81	5.13	0.004	2.83
2003	10	30	BI	br5a	2	10.6	48.0	0.53	0.22	7.16	5.03	0.013	2.84
2003	10	30	BI	br5a	3	16.4	38.3	0.58	0.25	5.86	4.20	0.013	2.17
2003	10	30	BI	br5a	4	12.0	42.7	0.26	0.10	5.00	4.81	0.007	2.35
2003	10	30	BI	br5t	1	15.4	41.2	0.43	0.22	4.52	4.42	0.007	2.45
2003	10	30	BI	br5t	2	18.2	41.7	0.54	0.21	4.83	4.53	0.017	2.42
2003	10	30	BI	br5t	3	16.0	40.5	0.45	0.17	5.80	4.54	0.014	2.17
2003	10	30	BI	br5t	4	14.7	42.5	0.39	0.14	6.14	4.96	0.007	2.31

year	month	date	parameter	species	replicate	flux (mm)	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
												(ppm)	
2003	11	13	BI	br1	1	101.4	13.3	0.12	0.01	1.14	0.88	0.001	0.36
2003	11	13	BI	br1	2	122.3	20.9	0.11	0.04	1.36	1.16	0.001	0.46
2003	11	13	BI	br1	3	53.0	21.1	0.15	0.07	1.14	2.67	0.001	0.47
2003	11	13	BI	br1	4	114.3	13.6	0.15	0.03	1.36	0.91	0.001	0.43
2003	11	13	BI	br2	1	67.0	20.4	0.25	0.01	1.36	1.49	0.001	0.37
2003	11	13	BI	br2	2	66.0	22.9	0.22	0.02	1.17	1.61	0.001	0.49
2003	11	13	BI	br2	3	102.2	20.0	0.15	0.01	0.88	1.12	0.001	0.33
2003	11	13	BI	br2	4	122.0	11.1	0.12	0.00	0.57	0.78	0.001	0.29
2003	11	13	BI	br3	1	120.5	14.4	0.19	0.02	1.17	1.16	0.001	0.50
2003	11	13	BI	br3	2	108.0	12.6	0.18	0.01	2.08	1.12	0.002	0.57
2003	11	13	BI	br3	3	129.2	9.0	0.15	0.02	2.56	0.98	0.001	0.44
2003	11	13	BI	br3	4	73.1	8.2	0.17	0.03	2.42	0.88	0.001	0.34
2003	11	13	BI	br4	1	77.2	13.9	0.24	0.04	0.74	1.43	0.001	0.34
2003	11	13	BI	br4	2	126.1	6.5	0.22	0.05	1.14		0.000	0.21
2003	11	13	BI	br4	3	100.1	11.9	0.15	0.09	0.54	1.47	0.001	0.31
2003	11	13	BI	br4	4	85.6	20.4	0.20		1.57	2.78	0.001	0.36
2003	11	13	BI	br5a	1	119.5	10.6	0.14	0.04	1.37	0.95	0.002	0.39
2003	11	13	BI	br5a	2	113.6	8.1	0.25	0.03	0.91	0.80	0.001	0.37
2003	11	13	BI	br5a	3	114.3	6.4	0.19	0.02	1.39	0.86	0.002	0.41
2003	11	13	BI	br5a	4	88.2	15.0	0.14	0.01	1.03	1.06	0.001	0.41
2003	11	13	BI	br5t	1	114.3	11.7	0.11	0.01	1.36	0.95	0.001	0.40
2003	11	13	BI	br5t	2	114.3	6.1	0.08	0.02	1.36	0.96	0.001	0.31
2003	11	13	BI	br5t	3	114.3	9.6	0.16	0.02	1.25	1.06	0.001	0.45
2003	11	13	BI	br5t	4	110.1	9.6	0.16	0.01	1.76	0.86	0.001	0.30
2003	11	27	BI	br1	1	327.4	5.0	0.08	0.02	0.18	0.35	0.001	0.33
2003	11	27	BI	br1	2	327.4	6.7	0.06	0.01	0.24	0.33	0.001	0.18
2003	11	27	BI	br1	3	327.4	3.7	0.06	0.01	0.27	0.31	0.001	0.24
2003	11	27	BI	br1	4	327.4	5.4	0.06	0.01	1.14	0.31	0.001	0.24
2003	11	27	BI	br2	1	327.4	7.0	0.08	0.02	0.18	0.35	0.001	0.33
2003	11	27	BI	br2	2	327.4	8.4	0.06	0.01	0.24	0.33	0.001	0.18
2003	11	27	BI	br2	3	327.4	9.1	0.06	0.01	0.27	0.31	0.001	0.24
2003	11	27	BI	br2	4	327.4	7.2	0.08	0.02	1.14	0.35	0.001	0.33
2003	11	27	BI	br3	1	327.4	5.3	0.08	0.02	0.18	0.35	0.001	0.33
2003	11	27	BI	br3	2	327.4	5.7	0.06	0.01	0.24	0.33	0.001	0.18
2003	11	27	BI	br3	3	327.4	4.3	0.06	0.01	0.27	0.31	0.001	0.24
2003	11	27	BI	br3	4	327.4	4.7	0.06	0.01	1.14	0.33	0.001	0.18
2003	11	27	BI	br4	1	327.4	3.5	0.08	0.02	0.18	0.35	0.001	0.33
2003	11	27	BI	br4	2	327.4	4.6	0.06	0.01	0.24	0.33	0.001	0.18
2003	11	27	BI	br4	3	327.4	4.0	0.06	0.01	0.27	0.31	0.001	0.24
2003	11	27	BI	br4	4	327.4	4.2	0.06	0.01	1.14	0.33	0.001	0.18
2003	11	27	BI	br5a	1	327.4	5.4	0.08	0.02	0.18	0.35	0.001	0.33
2003	11	27	BI	br5a	2	327.4	4.4	0.06	0.01	0.24	0.33	0.001	0.18
2003	11	27	BI	br5a	3	327.4	3.0	0.06	0.01	0.27	0.31	0.001	0.24
2003	11	27	BI	br5a	4	327.4	6.2	0.08	0.02	1.14	0.35	0.001	0.33
2003	11	27	BI	br5t	1	327.4	4.7	0.08	0.02	0.18	0.35	0.001	0.33
2003	11	27	BI	br5t	2	327.4	3.1	0.06	0.01	0.24	0.33	0.001	0.18
2003	11	27	BI	br5t	3	327.4	5.0	0.06	0.01	0.27	0.31	0.001	0.24
2003	11	27	BI	br5t	4	327.4	4.7	0.06	0.01	1.14	0.31	0.001	0.24

year	month	date	parameter	species	replicate	flux (mm)	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
											(ppm)		
2003	12	11	BI	br1	1	137.4	7.4	0.08	0.04	0.66	1.20	0.002	0.33
2003	12	11	BI	br1	2	137.4	8.1	0.08	0.04	0.66	1.20	0.002	0.33
2003	12	11	BI	br1	3	61.9	8.9	0.08	0.10	0.66	1.20	0.001	0.33
2003	12	11	BI	br1	4	137.4	4.0	0.08	0.04	0.66	1.20	0.001	0.33
2003	12	11	BI	br2	1	89.8	8.4	0.07	0.04	0.66	1.29	0.001	0.33
2003	12	11	BI	br2	2	86.6	9.0	0.11	0.03	0.66	0.97	0.001	0.33
2003	12	11	BI	br2	3	137.4	8.6	0.07	0.03		1.29	0.001	0.33
2003	12	11	BI	br2	4	137.4	7.7	0.07	0.03	0.96	1.29	0.001	0.33
2003	12	11	BI	br3	1	137.4	6.1	0.08	0.03	0.66	1.18	0.002	0.27
2003	12	11	BI	br3	2	137.4	9.9	0.08	0.03	0.66	1.18	0.003	0.27
2003	12	11	BI	br3	3	137.4	5.7	0.08	0.03	1.04	1.18	0.001	0.27
2003	12	11	BI	br3	4	90.2	7.7	0.12	0.05	0.66	1.07	0.002	0.36
2003	12	11	BI	br4	1	120.8	7.4	0.13	0.07	0.49	0.50	0.002	0.34
2003	12	11	BI	br4	2	137.4	7.0	0.08	0.03	0.66	1.18	0.001	0.27
2003	12	11	BI	br4	3	116.4	8.7	0.08	0.09	1.04	1.18	0.003	0.27
2003	12	11	BI	br4	4	94.1	8.7	0.13	0.06	0.66	1.06	0.003	0.31
2003	12	11	BI	br5a	1	137.4	7.1	0.08	0.03	0.66	1.18	0.001	0.27
2003	12	11	BI	br5a	2	137.4	4.7	0.08	0.03	0.66	1.29	0.001	0.33
2003	12	11	BI	br5a	3	137.4	4.0	0.08	0.03	1.04	1.29	0.002	0.33
2003	12	11	BI	br5a	4	113.1	8.4	0.07	0.03	0.66	1.29	0.002	0.33
2003	12	11	BI	br5t	1	137.4	5.3	0.08	0.04	0.66	1.20	0.001	0.33
2003	12	11	BI	br5t	2	137.4	3.7	0.08	0.04	0.66	1.20	0.002	0.33
2003	12	11	BI	br5t	3	137.4	3.6	0.08	0.04	0.66	1.20	0.001	0.33
2003	12	11	BI	br5t	4	137.4	7.5	0.08	0.04	0.66	1.20	0.001	0.33
2003	12	25	BI	br1	1	16.6	32.0	0.37	0.27	2.41	6.30	0.005	1.07
2003	12	25	BI	br1	2	16.6	37.0	0.37	0.24	2.41	6.30	0.002	1.07
2003	12	25	BI	br1	3	16.6	33.1	0.37	0.39	2.41	6.30	0.002	1.07
2003	12	25	BI	br1	4	16.6	35.5	0.37	0.32	2.41	6.30	0.005	1.07
2003	12	25	BI	br2	1	16.6	36.6	0.34	0.26	2.41	5.50	0.002	1.01
2003	12	25	BI	br2	2	16.6	39.7	0.34	0.30	2.41	5.50	0.004	1.01
2003	12	25	BI	br2	3	17.6	36.8	0.34	0.26	2.41	5.50	0.002	1.01
2003	12	25	BI	br2	4	16.6	28.4	0.34	0.23	2.41	5.50	0.003	1.01
2003	12	25	BI	br3	1	16.6	37.5	0.34	0.20	2.41	5.87	0.009	0.77
2003	12	25	BI	br3	2	16.8	40.8	0.62	0.30	2.41	6.42	0.016	1.13
2003	12	25	BI	br3	3	18.9	36.8	0.59	0.33	2.41	6.89	0.007	1.23
2003	12	25	BI	br3	4	16.6	31.9	0.34	0.31	2.59	5.87	0.006	0.77
2003	12	25	BI	br4	1	11.5	29.4	1.07	0.42	2.00	4.31	0.015	0.80
2003	12	25	BI	br4	2	16.6	22.7	0.34	0.20	2.41	5.87	0.004	0.77
2003	12	25	BI	br4	3	16.6	29.8	0.34	0.42	2.41	5.87	0.004	0.77
2003	12	25	BI	br4	4	16.6	33.7	0.34	0.31	2.41	5.87	0.006	0.77
2003	12	25	BI	br5a	1	16.6	34.5	0.34	0.21	2.87	5.87	0.003	0.77
2003	12	25	BI	br5a	2	16.6	28.3	0.34	0.23	2.90	5.50	0.002	1.01
2003	12	25	BI	br5a	3	16.6	25.6	0.34	0.20	2.41	5.50	0.003	1.01
2003	12	25	BI	br5a	4	16.6	32.4	0.34	0.22	2.41	5.50	0.004	1.01
2003	12	25	BI	br5t	1	16.6	35.7	0.37	0.25	2.41	6.30	0.002	1.07
2003	12	25	BI	br5t	2	16.6	29.2	0.37	0.26	2.41	6.30	0.013	1.07
2003	12	25	BI	br5t	3	16.6	28.6	0.37	0.29	2.41	6.30	0.006	1.07
2003	12	25	BI	br5t	4	16.6	32.7	0.34	0.18	2.41	5.87	0.006	0.77

year	month	date	parameter	species	replicate	flux (mm)	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
												(ppm)	
2004	1	9	BI	br1	1	9.2	61.7	1.35	0.63	3.83	11.97	0.002	1.53
2004	1	9	BI	br1	2	9.2	83.1	1.35	0.70	3.83	11.97	0.009	1.53
2004	1	9	BI	br1	3	9.2	55.7	1.35	0.79	3.83	11.97	0.009	1.53
2004	1	9	BI	br1	4	9.2	65.0	1.35	0.83	3.83	11.97	0.008	1.53
2004	1	9	BI	br2	1	9.2	82.8	1.16	0.65	3.83	12.57	0.011	1.67
2004	1	9	BI	br2	2	9.2	82.0	1.16	0.82	3.83	12.57	0.017	1.67
2004	1	9	BI	br2	3	9.2	67.0	1.16	0.77	3.83	12.57	0.007	1.67
2004	1	9	BI	br2	4	9.2	60.9	1.16	0.72	3.83	12.57	0.013	1.67
2004	1	9	BI	br3	1	9.2	78.3	1.21	0.67	3.83	12.70	0.023	1.55
2004	1	9	BI	br3	2	8.2	83.6	2.11	0.70	3.83	13.88	0.033	2.21
2004	1	9	BI	br3	3	11.2	78.9	1.21	0.93	3.83	12.70	0.030	1.55
2004	1	9	BI	br3	4	9.2	60.8	1.21	0.50	3.83	12.70	0.010	1.55
2004	1	9	BI	br4	1	8.4	52.0	1.73	0.77	2.07	6.93	0.027	1.08
2004	1	9	BI	br4	2	9.2	45.4	1.21	0.42	3.83	12.70	0.006	1.55
2004	1	9	BI	br4	3	9.2	47.8	1.21	0.81	3.83	12.70	0.010	1.55
2004	1	9	BI	br4	4	9.2	59.6	1.21	0.69	3.83	12.70	0.019	1.55
2004	1	9	BI	br5a	1	9.2	75.7	1.16	0.56	4.87	12.70	0.014	1.55
2004	1	9	BI	br5a	2	9.2	61.4	1.16	0.53	4.25	12.57	0.015	1.67
2004	1	9	BI	br5a	3	9.2	56.5	1.16	0.54	3.83	12.57	0.015	1.67
2004	1	9	BI	br5a	4	9.2	77.5	1.16	0.60	3.83	12.57	0.019	1.67
2004	1	9	BI	br5t	1	9.2	58.9	1.35	0.66	3.83	11.97	0.013	1.53
2004	1	9	BI	br5t	2	9.2	56.7	1.35	0.62	3.83	11.97	0.047	1.53
2004	1	9	BI	br5t	3	9.2	56.6	1.35	0.78	3.83	11.97	0.028	1.53
2004	1	9	BI	br5t	4	9.2	75.2	1.35	0.57	3.83	12.70	0.015	1.55
2004	2	2	BI	br1	1	61.4	17.2	0.42	0.14	1.18	3.29	0.004	0.37
2004	2	2	BI	br1	2	57.8	22.9	0.43	0.12	1.42	4.51	0.005	0.50
2004	2	2	BI	br1	3	61.4	18.7	0.33	0.12	1.18	2.99	0.003	0.21
2004	2	2	BI	br1	4	81.0	16.8	0.41	0.14	0.71	3.16	0.003	0.38
2004	2	2	BI	br2	1	61.4	22.5	0.27	0.07	0.95	4.48	0.003	0.40
2004	2	2	BI	br2	2	36.4	24.3	0.52	0.11	1.40	4.29	0.005	0.46
2004	2	2	BI	br2	3	58.6	19.2	0.41	0.11	1.18	3.08	0.004	0.34
2004	2	2	BI	br2	4	60.1	24.2	0.46	0.10	1.18	3.85	0.001	0.37
2004	2	2	BI	br3	1	76.4	21.9	0.40	0.09	1.18	4.22	0.006	0.33
2004	2	2	BI	br3	2	60.6	28.4	0.41	0.13	1.18	4.19	0.019	0.42
2004	2	2	BI	br3	3	74.4	20.4	0.40	0.13	1.29	3.34	0.007	0.28
2004	2	2	BI	br3	4	61.4	12.1	0.30	0.11	1.40	3.29	0.003	0.20
2004	2	2	BI	br4	1	54.5	14.6	0.39	0.15	1.31	2.31	0.004	0.24
2004	2	2	BI	br4	2	61.4	13.0	0.32	0.09	1.18	2.21	0.002	0.22
2004	2	2	BI	br4	3	61.4	15.6	0.30	0.11	1.18	3.29	0.002	0.20
2004	2	2	BI	br4	4	61.4	15.4	0.32	0.10	1.17	1.93	0.003	0.31
2004	2	2	BI	br5a	1	61.4	17.7	0.30	0.11	1.56	3.29	0.005	0.20
2004	2	2	BI	br5a	2	61.4	17.5	0.27	0.07	1.09	4.48	0.002	0.40
2004	2	2	BI	br5a	3	61.4	14.9	0.27	0.07	1.18	4.48	0.003	0.40
2004	2	2	BI	br5a	4	61.4	22.0	0.27	0.07	1.18	4.48	0.005	0.40
2004	2	2	BI	br5t	1	67.5	16.2	0.39	0.11	1.18	2.89	0.002	0.40
2004	2	2	BI	br5t	2	86.9	13.9	0.28	0.09	1.18	2.13	0.004	0.24
2004	2	2	BI	br5t	3	61.4	15.0	0.33	0.12	1.18	2.99	0.008	0.21
2004	2	2	BI	br5t	4	61.4	18.8	0.33	0.12	1.62	2.99	0.003	0.21

year	month	date	parameter	species	replicate	flux (mm)	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
												(ppm)	
2004	2	19	BI	br1	1	150.8	6.0	0.11	0.05	0.14	0.63	0.001	0.09
2004	2	19	BI	br1	2	150.8	6.7	0.11	0.05	0.14	0.63	0.001	0.09
2004	2	19	BI	br1	3	150.8	8.0	0.11	0.05	0.14	0.63	0.001	0.09
2004	2	19	BI	br1	4	150.8	6.5	0.11	0.05	0.14	0.63	0.002	0.09
2004	2	19	BI	br2	1	150.8	6.6	0.09	0.04	0.14	0.71	0.001	0.07
2004	2	19	BI	br2	2	92.2	7.4	0.09	0.04	0.14	0.71	0.002	0.07
2004	2	19	BI	br2	3	150.8	6.7	0.09	0.04	0.24	0.71	0.002	0.07
2004	2	19	BI	br2	4	150.8		0.09	0.04	0.14	0.71		0.07
2004	2	19	BI	br3	1	150.8	7.0	0.09	0.05	0.14	0.64	0.002	0.10
2004	2	19	BI	br3	2	150.8	7.2	0.09	0.05	0.14	0.64	0.002	0.10
2004	2	19	BI	br3	3	150.8	6.6	0.09	0.05	0.58	0.64	0.001	0.10
2004	2	19	BI	br3	4	150.8	5.6	0.09	0.05	0.14	0.64	0.002	0.10
2004	2	19	BI	br4	1	150.8	5.3	0.09	0.05	0.14	0.64	0.001	0.10
2004	2	19	BI	br4	2	150.8	5.3	0.09	0.05	0.14	0.64	0.001	0.10
2004	2	19	BI	br4	3	150.8	6.7	0.09	0.05	0.14	0.64	0.001	0.10
2004	2	19	BI	br4	4	125.1	5.9	0.09	0.04	0.14	0.64	0.002	0.10
2004	2	19	BI	br5a	1	150.8	6.5	0.09	0.04	0.14	0.71	0.001	0.07
2004	2	19	BI	br5a	2	150.8	6.0	0.09	0.04	0.14	0.71	0.001	0.07
2004	2	19	BI	br5a	3	150.8	5.8	0.09	0.04	0.14	0.71	0.001	0.07
2004	2	19	BI	br5a	4	150.8	5.8	0.09	0.04	0.14	0.71	0.001	0.07
2004	2	19	BI	br5t	1	150.8	6.2	0.11	0.05	0.14	0.63	0.001	0.09
2004	2	19	BI	br5t	2	150.8	5.8	0.11	0.05	0.14	0.63	0.001	0.09
2004	2	19	BI	br5t	3	150.8	5.9	0.11	0.05	0.14	0.63	0.001	0.09
2004	2	19	BI	br5t	4	150.8	5.7	0.09	0.05	0.14	0.63	0.001	0.09
2004	3	4	BI	br1	1	49.9	14.0	0.48	0.22	0.93	2.04	0.003	0.21
2004	3	4	BI	br1	2	55.5	15.9	0.51	0.22	0.48	2.26	0.004	0.31
2004	3	4	BI	br1	3	52.7	17.3	0.53	0.27	0.93	1.79	0.002	0.22
2004	3	4	BI	br1	4	55.3	16.1	0.64	0.34	0.93	2.14	0.005	0.25
2004	3	4	BI	br2	1	52.7	19.5	0.36	0.13	0.90	2.26	0.001	0.25
2004	3	4	BI	br2	2	29.6	18.7	0.57	0.23	1.21	2.35	0.007	0.30
2004	3	4	BI	br2	3	53.5	16.2	0.58	0.29	0.81	1.92	0.006	0.19
2004	3	4	BI	br2	4	46.1	15.7	0.38	0.17	0.93	1.74	0.003	0.17
2004	3	4	BI	br3	1	64.7	16.0	0.45	0.21	0.93	2.26	0.005	0.31
2004	3	4	BI	br3	2	50.2	19.9	0.58	0.27	0.93	2.61	0.006	0.33
2004	3	4	BI	br3	3	72.4	16.6	0.65	0.31	0.97	2.31	0.005	0.29
2004	3	4	BI	br3	4	52.7	15.1	0.47	0.24	0.57	1.79	0.003	0.22
2004	3	4	BI	br4	1	41.5	12.4	0.63	0.23	0.57	1.78	0.002	0.31
2004	3	4	BI	br4	2	52.7	11.3	0.47	0.24	0.93	1.91	0.001	0.34
2004	3	4	BI	br4	3	52.7	15.9	0.47	0.24	0.93	1.91	0.003	0.34
2004	3	4	BI	br4	4	44.6	13.5	0.42	0.23	1.52	1.99	0.003	0.35
2004	3	4	BI	br5a	1	52.7	14.3	0.47	0.24	1.18	1.91	0.002	0.34
2004	3	4	BI	br5a	2	52.7	14.6	0.36	0.13	0.63	1.91	0.002	0.34
2004	3	4	BI	br5a	3	52.7	14.5	0.36	0.13	0.93	2.26	0.007	0.25
2004	3	4	BI	br5a	4	52.7	15.2	0.36	0.13	0.93	2.26	0.003	0.25
2004	3	4	BI	br5t	1	59.9	12.9	0.49	0.20	0.93	1.91	0.002	0.28
2004	3	4	BI	br5t	2	52.7	13.0	0.53	0.27	0.41	1.79	0.004	0.22
2004	3	4	BI	br5t	3	61.7	13.5	0.54	0.19	0.91	2.15	0.004	0.20
2004	3	4	BI	br5t	4	52.7	15.3	0.53	0.27	0.72	1.79	0.005	0.22

year	month	date	parameter	species	replicate	flux (mm)	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
												(ppm)	
2004	3	18	BI	br1	1	40.0	27.3	0.80	0.30	1.59	3.13	0.011	0.41
2004	3	18	BI	br1	2	42.0	28.1	0.99	0.40	1.30	4.84	0.009	0.59
2004	3	18	BI	br1	3	39.0	29.1	2.47	0.47	1.59	4.16	0.002	0.33
2004	3	18	BI	br1	4	39.0	31.9	2.47	0.47	1.18	4.16	0.013	0.33
2004	3	18	BI	br2	1	39.0	26.7	0.69	0.30	1.59	4.32	0.006	0.36
2004	3	18	BI	br2	2	22.4	30.6	1.07	0.44	1.38	4.67	0.012	0.54
2004	3	18	BI	br2	3	41.5	29.8	1.24	0.54	1.59	5.24	0.014	0.58
2004	3	18	BI	br2	4	38.7	27.0	1.03	0.44	1.59	4.64	0.008	0.44
2004	3	18	BI	br3	1	48.7	30.9	1.01	0.40	1.59	4.71	0.015	0.55
2004	3	18	BI	br3	2	41.0	34.6	1.04	0.49	1.59	5.34	0.025	0.64
2004	3	18	BI	br3	3	55.0	33.6	1.25	0.54	1.46	4.73	0.019	0.64
2004	3	18	BI	br3	4	39.0	26.8	0.99	0.46	1.24	4.26	0.008	0.38
2004	3	18	BI	br4	1	31.1	29.1	1.11	0.54	1.49	4.30	0.013	0.58
2004	3	18	BI	br4	2	60.4	23.3	0.97	0.35	0.98	3.69	0.005	0.59
2004	3	18	BI	br4	3	39.0	29.0	0.99	0.46	1.59	4.26	0.008	0.38
2004	3	18	BI	br4	4	39.0	28.1	0.99	0.46	1.46	4.32	0.010	0.36
2004	3	18	BI	br5a	1	39.0	26.0	0.99	0.46	1.97	4.32	0.007	0.36
2004	3	18	BI	br5a	2	39.0	25.0	0.69	0.30	1.63	4.32	0.008	0.36
2004	3	18	BI	br5a	3	39.0	29.5	0.69	0.30	1.32	4.32	0.017	0.36
2004	3	18	BI	br5a	4	36.7	27.0	0.69	0.39	1.59	4.61	0.012	0.50
2004	3	18	BI	br5t	1	49.4	26.0	1.07	0.45	1.59	4.32	0.005	0.52
2004	3	18	BI	br5t	2	58.3	29.4	1.06	0.42	1.59	3.60	0.015	0.51
2004	3	18	BI	br5t	3	39.0	25.9	2.47	0.47	1.15	4.16	0.009	0.33
2004	3	18	BI	br5t	4	39.0	28.2	2.47	0.47	1.85	4.26	0.013	0.38
2004	4	1	BI	br1	1	60.1	10.8	0.48	0.14	0.74	1.24	0.002	0.24
2004	4	1	BI	br1	2	65.2	12.3	0.55	0.12	0.84	1.44	0.002	0.36
2004	4	1	BI	br1	3	48.9	12.1	0.53	0.17	0.84	1.90	0.001	0.16
2004	4	1	BI	br1	4	90.4	10.4	0.52	0.16	0.23	1.28	0.003	0.18
2004	4	1	BI	br2	1	68.7	12.1	0.36	0.08	0.55	1.31	0.002	0.31
2004	4	1	BI	br2	2	46.1	14.0	0.52	0.14	0.26	1.41	0.003	0.25
2004	4	1	BI	br2	3	58.6	13.0	0.49	0.12	0.39	1.50	0.002	0.14
2004	4	1	BI	br2	4	63.4	12.0	0.50	0.16	0.55	1.33	0.003	0.22
2004	4	1	BI	br3	1	75.4	12.2	0.44	0.08	0.88	1.31	0.003	0.18
2004	4	1	BI	br3	2	62.9	13.4	0.47	0.10	0.74	1.42	0.004	0.26
2004	4	1	BI	br3	3	77.2	11.1	0.43	0.11	1.29	1.31	0.003	0.37
2004	4	1	BI	br3	4	65.7	9.7	0.45	0.13	0.71	1.15	0.002	0.22
2004	4	1	BI	br4	1	59.1	10.7	0.57	0.18	0.81	1.19	0.001	0.44
2004	4	1	BI	br4	2	89.2	9.3	0.47	0.12	0.62	1.12	0.001	0.26
2004	4	1	BI	br4	3	68.7	11.3	0.39	0.12	0.74	0.95	0.001	0.10
2004	4	1	BI	br4	4	66.2	10.9	0.52	0.16	1.33	1.32	0.002	0.12
2004	4	1	BI	br5a	1	68.7	10.4	0.38	0.12	0.84	0.95	0.002	0.12
2004	4	1	BI	br5a	2	65.7	11.7	0.40	0.09	0.94	1.34	0.002	0.34
2004	4	1	BI	br5a	3	68.7	9.0	0.36	0.08		0.95	0.002	0.12
2004	4	1	BI	br5a	4	60.6	13.4	0.46	0.10	0.74	1.59	0.003	0.26
2004	4	1	BI	br5t	1	81.3	10.5	0.48	0.14	0.74	1.22	0.002	0.33
2004	4	1	BI	br5t	2	84.3	9.1	0.47	0.14	0.49	1.53	0.002	0.73
2004	4	1	BI	br5t	3	67.3	9.6	0.53	0.11	0.43	1.14	0.002	0.18
2004	4	1	BI	br5t	4	68.7	10.9	0.39	0.12	0.49	0.95	0.003	0.10

year	month	date	param	species	repli	flux (mm)	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(nm)							
2004	5	13	BI	br1	1	32.9	19.0	0.73	0.23	1.14	3.59	0.002	0.25
2004	5	13	BI	br1	2	27.3	21.3	0.81	0.22	1.31	4.45	0.005	0.13
2004	5	13	BI	br1	3	22.9	19.4	0.87	0.28	0.85	4.64	0.002	0.16
2004	5	13	BI	br1	4	37.2	18.5	0.82	0.29	0.30	3.43	0.006	0.13
2004	5	13	BI	br2	1	21.9	20.8	0.70	0.19	0.70	4.58	0.003	0.15
2004	5	13	BI	br2	2	26.8	23.6	0.69	0.20	1.12	4.30	0.007	0.28
2004	5	13	BI	br2	3	32.1	20.1	0.69	0.20	0.58	4.34	0.002	0.18
2004	5	13	BI	br2	4	29.8	20.0	0.73	0.27	0.48	3.31	0.008	0.17
2004	5	13	BI	br3	1	41.3	19.0	0.57	0.18	1.11	3.42	0.006	0.18
2004	5	13	BI	br3	2	34.4	21.1	0.75	0.20	1.66	3.64	0.009	0.16
2004	5	13	BI	br3	3	43.8	18.7	0.38	0.19	1.51	3.62	0.005	0.21
2004	5	13	BI	br3	4	45.4	16.1	0.53	0.21	1.11	2.77	0.004	0.16
2004	5	13	BI	br4	1	30.8	17.7	0.94	0.34	0.56	3.60	0.003	0.16
2004	5	13	BI	br4	2	40.0	16.7	0.76	0.23	0.76	3.51	0.001	0.09
2004	5	13	BI	br4	3	38.7	18.5	0.90	0.28	1.08	4.12	0.002	0.14
2004	5	13	BI	br4	4	27.8	22.1	0.82	0.25	1.43	4.15	0.002	0.16
2004	5	13	BI	br5a	1	37.7	17.2	0.71	0.20	1.22	3.30	0.004	0.38
2004	5	13	BI	br5a	2	37.2	17.1	0.72	0.21	1.48	2.95	0.005	0.36
2004	5	13	BI	br5a	3	46.6	15.5	0.85	0.27	1.63	2.53	0.005	0.21
2004	5	13	BI	br5a	4	25.7	21.1	0.69	0.18	1.03	4.04	0.006	0.16
2004	5	13	BI	br5t	1	40.8	18.0	0.73	0.26	0.79	3.12	0.005	0.24
2004	5	13	BI	br5t	2	49.0	15.9	0.72	0.25	1.08	2.72	0.007	0.23
2004	5	13	BI	br5t	3	37.5	16.3	0.77	0.23	1.31	3.02	0.002	0.29
2004	5	13	BI	br5t	4	29.8	18.9	0.66	0.21	1.48	3.39	0.007	0.23
2004	5	28	BI	br1	1	136.2	7.3	0.30	0.09	0.45	0.67	0.003	0.44
2004	5	28	BI	br1	2	136.2	8.3	0.30	0.09	0.45	0.67	0.004	0.44
2004	5	28	BI	br1	3	93.2	9.0	0.24	0.11	0.45	2.56	0.001	0.22
2004	5	28	BI	br1	4	136.2	7.9	0.30	0.09	0.45	0.67	0.002	0.44
2004	5	28	BI	br2	1	105.0	11.4	0.14	0.02	0.45	2.08	0.001	0.12
2004	5	28	BI	br2	2	110.1	8.8	0.20	0.03	0.45	1.51	0.003	0.14
2004	5	28	BI	br2	3	136.2	9.4	0.20	0.06	0.45	0.84	0.001	0.53
2004	5	28	BI	br2	4	136.2	7.3	0.20	0.06	0.45	0.84	0.002	0.53
2004	5	28	BI	br3	1	136.2	8.4	0.30	0.09	0.18	0.69	0.002	0.45
2004	5	28	BI	br3	2	136.2	7.4	0.23	0.07	0.76	0.69	0.002	0.45
2004	5	28	BI	br3	3	136.2	8.4	0.23	0.07	0.67	0.69	0.001	0.45
2004	5	28	BI	br3	4	136.2	7.6	0.23	0.07	0.45	0.69	0.001	0.45
2004	5	28	BI	br4	1	136.2	8.5	0.23	0.07	0.45	0.69	0.001	0.45
2004	5	28	BI	br4	2	136.2	8.4	0.23	0.07	0.45	0.69	0.001	0.45
2004	5	28	BI	br4	3	136.2	9.4	0.23	0.07	0.45	0.69	0.001	0.45
2004	5	28	BI	br4	4	136.2	8.1	0.23	0.07	0.45	0.84	0.002	0.53
2004	5	28	BI	br5a	1	136.2	8.2	0.23	0.07	0.45	0.84	0.002	0.53
2004	5	28	BI	br5a	2	136.2	7.5	0.20	0.06	0.45	0.84	0.002	0.53
2004	5	28	BI	br5a	3	136.2	7.4	0.20	0.06	0.45	0.84	0.001	0.53
2004	5	28	BI	br5a	4	136.2	7.8	0.20	0.06	0.45	0.84	0.002	0.53
2004	5	28	BI	br5t	1	136.2	9.7	0.30	0.09	0.45	0.67	0.004	0.44
2004	5	28	BI	br5t	2	136.2	7.6	0.30	0.09	0.45	0.67	0.001	0.44
2004	5	28	BI	br5t	3	136.2	7.5	0.30	0.09	0.45	0.67	0.001	0.44
2004	5	28	BI	br5t	4	136.2	7.9	0.30	0.09	0.45	0.67	0.001	0.44

附錄 9 苔蘚滲流水之化學組成

year	month	date	parameter	species	replicate	cond.	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(us cm ⁻¹)	(ppm)					
2003	7	24	BL	br1	1	23.3	1.99	0.48	1.38	2.35	0.001	0.25
2003	7	24	BL	br1	2	26.8	1.99	0.48	1.38	2.81	0.001	0.55
2003	7	24	BL	br1	3	24.1	1.99	0.48	1.38	2.97	0.001	0.29
2003	7	24	BL	br2	1	15.9	1.57	0.25	0.51	2.10	0.001	0.24
2003	7	24	BL	br2	2	12.6	0.57	0.21	0.51	1.51	0.002	0.14
2003	7	24	BL	br2	3							
2003	7	24	BL	br3	1							
2003	7	24	BL	br3	2	16.4	0.41	0.24	0.77	1.58	0.005	0.15
2003	7	24	BL	br3	3	21.3	1.38	0.47	1.31	2.46	0.003	0.32
2003	7	24	BL	br4	1	15.4	1.46	0.43	0.54	2.15	0.004	0.18
2003	7	24	BL	br4	2	20.7	0.88	0.71	1.11	2.22	0.007	0.19
2003	7	24	BL	br4	3	10.5	0.65	0.20	0.46	1.56	0.003	0.12
2003	7	24	BL	br5a	1	11.1	2.44	0.24	0.95	1.36	0.001	0.19
2003	7	24	BL	br5a	2	14.0	0.47	0.24	1.25	1.81	0.007	0.21
2003	7	24	BL	br5a	3							
2003	7	24	BL	br5t	1	25.0	0.77	0.17	2.76	1.57	0.043	0.17
2003	7	24	BL	br5t	2	26.3	1.20	0.41	0.60	2.38	0.032	0.25
2003	7	24	BL	br5t	3	24.0						
2003	8	11	BL	br1	1	32.4	1.31	0.13	1.59	1.50	0.001	0.21
2003	8	11	BL	br1	2							
2003	8	11	BL	br1	3							
2003	8	11	BL	br2	1	16.1	2.36	0.11	1.98	1.44	0.002	0.67
2003	8	11	BL	br2	2	21.1						
2003	8	11	BL	br2	3	15.6						
2003	8	11	BL	br3	1							
2003	8	11	BL	br3	2	40.3						
2003	8	11	BL	br3	3	46.4	1.38	0.47	1.31	2.46	0.003	0.32
2003	8	11	BL	br4	1		0.70	0.06	1.25	2.59	0.013	0.31
2003	8	11	BL	br4	2							
2003	8	11	BL	br4	3							
2003	8	11	BL	br5a	1		2.44	0.24	0.95	1.36	0.001	0.19
2003	8	11	BL	br5a	2	24.5	0.47	0.24	0.95	1.81	0.006	0.21
2003	8	11	BL	br5a	3	31.8						
2003	8	11	BL	br5t	1	82.9	0.77	0.17	2.76	1.57	0.043	0.17
2003	8	11	BL	br5t	2		1.20	0.41	0.60	2.38	0.032	0.25
2003	8	11	BL	br5t	3							

year	month	date	parameter	species	replicate	cond.	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(us cm ⁻¹)	(ppm)					
2003	8	26	BL	br1	1	22.6	0.74	0.13	0.91	4.17	0.003	0.23
2003	8	26	BL	br1	2	16.5						
2003	8	26	BL	br1	3	17.5						
2003	8	26	BL	br1	4	15.1	0.56	0.13	0.66	1.50	0.006	0.21
2003	8	26	BL	br2	1	13.4	1.57	0.25	1.08	2.10	0.004	0.24
2003	8	26	BL	br2	2	23.4					0.003	
2003	8	26	BL	br2	3	18.9					0.004	
2003	8	26	BL	br2	4	18.8					0.001	
2003	8	26	BL	br3	1							
2003	8	26	BL	br3	2	45.0	1.16	0.05	3.01	2.65	0.040	0.37
2003	8	26	BL	br3	3	36.0	1.05	0.05	2.64	2.56	0.016	0.21
2003	8	26	BL	br3	4	14.2	0.54	0.05	0.74	1.33	0.004	0.21
2003	8	26	BL	br4	1	28.4						
2003	8	26	BL	br4	2	97.6						
2003	8	26	BL	br4	3	26.4						
2003	8	26	BL	br4	4	24.3	0.70	0.06	1.17	2.59	0.011	0.31
2003	8	26	BL	br5a	1							
2003	8	26	BL	br5a	2	14.3	0.49	0.04	0.95	1.51	0.009	0.15
2003	8	26	BL	br5a	3	21.0						
2003	8	26	BL	br5a	4	18.1						
2003	8	26	BL	br5t	1	67.1	0.55	0.03	3.21	1.36	0.123	0.30
2003	8	26	BL	br5t	2							
2003	8	26	BL	br5t	3	22.6						
2003	8	26	BL	br5t	4							
2003	9	8	BL	br1	1	8.3	0.37	0.04	0.91	0.63	0.001	0.36
2003	9	8	BL	br1	2	6.6						
2003	9	8	BL	br1	3	14.0						
2003	9	8	BL	br1	4	7.9	0.19	0.02	0.86	0.37	0.003	0.30
2003	9	8	BL	br2	1	8.8	0.19	0.02	1.08	0.45	0.002	0.33
2003	9	8	BL	br2	2	7.2					0.001	
2003	9	8	BL	br2	3	6.0					0.001	
2003	9	8	BL	br2	4	10.5					0.001	
2003	9	8	BL	br3	1							
2003	9	8	BL	br3	2	12.0	0.17	0.01	1.31	0.43	0.005	0.46
2003	9	8	BL	br3	3	15.0						
2003	9	8	BL	br3	4	9.4	0.15	0.02	1.25	0.49	0.003	0.43
2003	9	8	BL	br4	1	17.4	0.56	0.15	1.14	0.95	0.013	0.20
2003	9	8	BL	br4	2							
2003	9	8	BL	br4	3	7.6	0.33	0.03	1.08	0.53	0.002	0.38
2003	9	8	BL	br4	4	10.7						
2003	9	8	BL	br5a	1	5.7						
2003	9	8	BL	br5a	2	8.0	0.13	0.01	1.00	0.42	0.006	0.34
2003	9	8	BL	br5a	3	9.1	0.22	0.03	1.00	0.54	0.006	0.37
2003	9	8	BL	br5a	4	9.3	0.05	0.02	1.05	0.48	0.003	0.29
2003	9	8	BL	br5t	1	31.0	0.42	0.01	2.38	1.12	0.095	0.33
2003	9	8	BL	br5t	2	33.0	0.95	0.21	1.75	2.20	0.042	0.33
2003	9	8	BL	br5t	3	7.1	0.38	0.01	3.12	1.00	0.030	0.10
2003	9	8	BL	br5t	4		1.02	0.25	1.48	1.92	0.007	0.33

year	month	date	parameter	species	replicate	cond.	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(us cm ⁻¹)	(ppm)					
2003	9	19	BL	br1	1	8.6	0.23	0.03	1.38	1.37	0.001	0.34
2003	9	19	BL	br1	2	9.0						
2003	9	19	BL	br1	3	23.8						
2003	9	19	BL	br1	4	16.0						
2003	9	19	BL	br2	1	15.3					0.000	
2003	9	19	BL	br2	2	13.2					0.003	
2003	9	19	BL	br2	3	4.7	0.19	0.02	1.08	0.45	0.001	0.33
2003	9	19	BL	br2	4	10.6					0.001	
2003	9	19	BL	br3	1	16.8						
2003	9	19	BL	br3	2	16.8	0.19	0.02	0.54	0.64	0.007	0.35
2003	9	19	BL	br3	3	12.4	0.36	0.02	0.97	0.91	0.005	0.51
2003	9	19	BL	br3	4	18.2	0.15	0.02	1.25	0.49	0.003	0.43
2003	9	19	BL	br4	1	14.5	0.51	0.08	0.80	1.43	0.005	0.37
2003	9	19	BL	br4	2							
2003	9	19	BL	br4	3	14.0						
2003	9	19	BL	br4	4	7.1	0.14	0.02	0.20	0.56	0.001	0.25
2003	9	19	BL	br5a	1	8.4					0.001	
2003	9	19	BL	br5a	2	5.9	0.03	0.02	0.95	0.44	0.002	0.26
2003	9	19	BL	br5a	3	12.9					0.001	
2003	9	19	BL	br5a	4	14.1					0.000	
2003	9	19	BL	br5t	1	36.9	0.42	0.03	1.48	0.81	0.051	0.15
2003	9	19	BL	br5t	2	36.6						
2003	9	19	BL	br5t	3	13.2						
2003	9	19	BL	br5t	4	17.2						
2003	10	2	BL	br1	1	10.0	0.25	0.02	1.38	1.12	0.003	0.26
2003	10	2	BL	br1	2							
2003	10	2	BL	br1	3							
2003	10	2	BL	br1	4	32.0						
2003	10	2	BL	br2	1	18.9	1.53	0.02	1.08	1.12		0.30
2003	10	2	BL	br2	2							
2003	10	2	BL	br2	3	10.3					0.004	
2003	10	2	BL	br2	4							
2003	10	2	BL	br3	1	33.7						
2003	10	2	BL	br3	2	22.8	0.25	0.01	1.96	1.28	0.024	0.33
2003	10	2	BL	br3	3	19.6	0.14	0.01	1.28	1.27	0.018	0.29
2003	10	2	BL	br3	4	12.2	0.31	0.02	0.88	0.98	0.004	0.23
2003	10	2	BL	br4	1		0.43	0.02	1.25	0.72	0.013	0.26
2003	10	2	BL	br4	2		1.00	0.48	1.25	1.71	0.013	0.40
2003	10	2	BL	br4	3							
2003	10	2	BL	br4	4		0.01	0.02	1.25	0.97	0.013	0.19
2003	10	2	BL	br5a	1							
2003	10	2	BL	br5a	2							
2003	10	2	BL	br5a	3							
2003	10	2	BL	br5a	4		1.23	0.02	0.95	1.05	0.007	0.24
2003	10	2	BL	br5t	1	54.3	0.48	0.03	2.96	1.31	0.105	0.51
2003	10	2	BL	br5t	2	8.8						
2003	10	2	BL	br5t	3	8.5						
2003	10	2	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(ppm)						
2003	10	16	BL	br1	1							
2003	10	16	BL	br1	2	13.5	0.44	0.04	1.38	1.37	0.021	0.30
2003	10	16	BL	br1	3							
2003	10	16	BL	br1	4	5.3	0.01	0.01	1.38	0.44	0.002	0.11
2003	10	16	BL	br2	1	14.6					0.005	
2003	10	16	BL	br2	2	10.6					0.003	
2003	10	16	BL	br2	3							
2003	10	16	BL	br2	4	11.7	1.53	0.02	1.08	1.12	0.002	0.30
2003	10	16	BL	br3	1	13.7	0.37	0.02	1.31	1.29	0.002	0.32
2003	10	16	BL	br3	2	24.8	0.30	0.04	1.31	1.87	0.018	0.47
2003	10	16	BL	br3	3	17.2	0.54	0.04	1.31	1.28	0.001	0.36
2003	10	16	BL	br3	4	26.1						
2003	10	16	BL	br4	1	9.3	0.43	0.02	1.25	0.72	0.003	0.26
2003	10	16	BL	br4	2	28.3	1.00	0.48	1.25	1.71	0.016	0.40
2003	10	16	BL	br4	3							
2003	10	16	BL	br4	4	9.9	0.01	0.02	0.32	0.97	0.006	0.19
2003	10	16	BL	br5a	1	10.5					0.001	
2003	10	16	BL	br5a	2							
2003	10	16	BL	br5a	3							
2003	10	16	BL	br5a	4	10.2	1.23	0.02	0.95	1.05	0.002	0.24
2003	10	16	BL	br5t	1	20.0	0.24	0.02	0.74	0.75	0.021	0.30
2003	10	16	BL	br5t	2	11.3	0.57	0.03	1.48	0.59	0.010	0.19
2003	10	16	BL	br5t	3	28.1						
2003	10	16	BL	br5t	4	22.1						
2003	10	30	BL	br1	1							
2003	10	30	BL	br1	2		0.44	0.04	1.38	1.37	0.007	0.30
2003	10	30	BL	br1	3							
2003	10	30	BL	br1	4		0.01	0.01	1.38	0.44	0.007	0.11
2003	10	30	BL	br2	1							
2003	10	30	BL	br2	2							
2003	10	30	BL	br2	3							
2003	10	30	BL	br2	4		1.53	0.02	1.08	1.12	0.006	0.30
2003	10	30	BL	br3	1		0.37	0.02	1.31	1.29	0.002	0.32
2003	10	30	BL	br3	2		0.30	0.04	1.31	1.87	0.018	0.47
2003	10	30	BL	br3	3		0.54	0.04	1.31	1.28	0.001	0.36
2003	10	30	BL	br3	4							
2003	10	30	BL	br4	1		0.43	0.02	1.25	0.72	0.013	0.26
2003	10	30	BL	br4	2		1.00	0.48	1.25	1.71	0.013	0.40
2003	10	30	BL	br4	3							
2003	10	30	BL	br4	4		0.01	0.02	1.25	0.97	0.013	0.19
2003	10	30	BL	br5a	1							
2003	10	30	BL	br5a	2							
2003	10	30	BL	br5a	3							
2003	10	30	BL	br5a	4		1.23	0.02	0.95	1.05	0.007	0.24
2003	10	30	BL	br5t	1		0.42	0.01	1.31	1.12	0.074	0.33
2003	10	30	BL	br5t	2		0.95	0.21	1.48	2.20	0.002	0.33
2003	10	30	BL	br5t	3		0.38	0.01	0.47	1.00	0.012	0.10
2003	10	30	BL	br5t	4		1.02	0.25	1.60	1.92	0.001	0.33

year	month	date	parameter	species	replicate	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO_3^- -N	Cl^-	SO_4^{2-}	H^+	Na^+
						(ppm)						
2003	11	13	BL	br1	1	41.4						
2003	11	13	BL	br1	2	12.8	1.56	0.07	1.91	1.23	0.000	0.71
2003	11	13	BL	br1	3							
2003	11	13	BL	br1	4	32.0	1.56	0.07	3.30	3.07	0.011	1.22
2003	11	13	BL	br2	1	42.7			4.96		0.002	
2003	11	13	BL	br2	2							
2003	11	13	BL	br2	3							
2003	11	13	BL	br2	4	36.9	1.77	0.03	4.23	4.62	0.009	1.84
2003	11	13	BL	br3	1	25.5	0.76	0.02	3.33	2.57	0.002	1.37
2003	11	13	BL	br3	2	48.7	1.38	0.04	6.28	4.41	0.020	1.75
2003	11	13	BL	br3	3	36.5	0.60	0.02	4.63	3.44	0.011	1.90
2003	11	13	BL	br3	4	20.8	0.58	0.01	2.22	1.49	0.007	0.75
2003	11	13	BL	br4	1	43.5	0.47	0.02	3.07	5.43	0.036	0.76
2003	11	13	BL	br4	2							
2003	11	13	BL	br4	3	48.9						
2003	11	13	BL	br4	4	26.0	0.60	0.01	2.11	2.87	0.011	0.57
2003	11	13	BL	br5a	1		1.23	0.02	1.33	1.05	0.007	0.24
2003	11	13	BL	br5a	2							
2003	11	13	BL	br5a	3							
2003	11	13	BL	br5a	4							
2003	11	13	BL	br5t	1	41.7	0.75	0.03	2.54	1.53	0.081	0.65
2003	11	13	BL	br5t	2							
2003	11	13	BL	br5t	3							
2003	11	13	BL	br5t	4							
2003	11	27	BL	br1	1	6.4	0.25	0.02	0.92	0.21	0.002	0.29
2003	11	27	BL	br1	2	4.0	0.14	0.01	0.92	0.06	0.002	0.21
2003	11	27	BL	br1	3	4.7	0.15	0.01	0.31	0.09	0.003	0.22
2003	11	27	BL	br1	4	12.3						
2003	11	27	BL	br2	1							
2003	11	27	BL	br2	2	6.9	0.13	0.01	0.73	0.17	0.004	0.38
2003	11	27	BL	br2	3	7.0	0.23	0.01	0.43	0.13	0.003	0.28
2003	11	27	BL	br2	4	6.5	0.24	0.01	0.63	0.19	0.002	0.19
2003	11	27	BL	br3	1	7.7	0.40	0.02	1.17	0.49	0.002	0.25
2003	11	27	BL	br3	2	17.6	0.48	0.02	1.84	0.61	0.017	0.41
2003	11	27	BL	br3	3	10.5	0.42	0.06	0.88	0.36	0.006	0.34
2003	11	27	BL	br3	4	7.9	0.54	0.06	0.82	0.00	0.002	0.80
2003	11	27	BL	br4	1	18.1	0.75	0.03	1.36	0.94	0.012	0.87
2003	11	27	BL	br4	2	9.4	0.33	0.07	1.20	0.31	0.010	0.21
2003	11	27	BL	br4	3	6.5	0.19	0.01	0.31	0.21	0.003	0.33
2003	11	27	BL	br4	4	7.6	0.32	0.03	0.85	0.50	0.003	0.37
2003	11	27	BL	br5a	1		1.23	0.02	0.95	1.05	0.007	0.24
2003	11	27	BL	br5a	2							
2003	11	27	BL	br5a	3							
2003	11	27	BL	br5a	4	20.1					0.002	
2003	11	27	BL	br5t	1	27.7	0.66	0.03	1.34	0.69	0.051	0.67
2003	11	27	BL	br5t	2	6.5	0.72	0.02	0.64	0.14	0.003	0.36
2003	11	27	BL	br5t	3	10.3	0.33	0.02	0.98	0.47	0.006	0.41
2003	11	27	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	cond.	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(us cm ⁻¹)	(ppm)					
2003	12	11	BL	br1	1	7.3	0.41	0.06	0.81	0.85	0.002	0.42
2003	12	11	BL	br1	2	5.4	0.18	0.02	0.61	0.41	0.002	0.20
2003	12	11	BL	br1	3							
2003	12	11	BL	br1	4	5.2	0.79	0.06	0.84	0.85	0.002	0.65
2003	12	11	BL	br2	1							
2003	12	11	BL	br2	2	5.5	0.41	0.02	0.93	0.01	0.002	0.25
2003	12	11	BL	br2	3	4.8	0.10	0.02	0.41	0.26	0.001	0.21
2003	12	11	BL	br2	4	10.7	0.39	0.03	0.85	1.24	0.001	0.48
2003	12	11	BL	br3	1	4.7	0.10	0.01	0.78	0.31	0.002	0.21
2003	12	11	BL	br3	2	3.8	0.07	0.01	0.46	0.31	0.003	0.16
2003	12	11	BL	br3	3							
2003	12	11	BL	br3	4	2.3	0.30	0.02	0.32	0.31	0.001	0.16
2003	12	11	BL	br4	1	7.8	0.13	0.00	1.25	0.48	0.005	0.27
2003	12	11	BL	br4	2	11.0			1.04			
2003	12	11	BL	br4	3							
2003	12	11	BL	br4	4	3.7	0.13	0.00	0.24	0.10	0.002	0.33
2003	12	11	BL	br5a	1		1.23	0.02	0.95	1.05	0.007	0.24
2003	12	11	BL	br5a	2							
2003	12	11	BL	br5a	3							
2003	12	11	BL	br5a	4							
2003	12	11	BL	br5t	1	34.8	0.74	0.04	1.48	2.06	0.076	0.97
2003	12	11	BL	br5t	2							
2003	12	11	BL	br5t	3	15.9	0.74	0.04	1.33	1.49	0.005	1.07
2003	12	11	BL	br5t	4							
2003	12	25	BL	br1	1		0.41	0.06	1.38	0.85	0.007	0.42
2003	12	25	BL	br1	2		0.18	0.02	1.38	0.41	0.007	0.20
2003	12	25	BL	br1	3							
2003	12	25	BL	br1	4		0.79	0.06	1.38	0.85	0.007	0.65
2003	12	25	BL	br2	1							
2003	12	25	BL	br2	2		0.13	0.01	1.08	0.17	0.006	0.38
2003	12	25	BL	br2	3	15.6	0.23	0.01	1.26	0.13	0.005	0.28
2003	12	25	BL	br2	4		0.24	0.01	1.08	0.19	0.006	0.19
2003	12	25	BL	br3	1		0.10	0.01	1.31	1.67	0.010	1.63
2003	12	25	BL	br3	2	42.4	0.43	0.02	2.80	5.39	0.032	0.96
2003	12	25	BL	br3	3	44.4	0.81	0.00	4.83	5.60	0.015	1.66
2003	12	25	BL	br3	4							
2003	12	25	BL	br4	1	31.0	0.57	0.00	2.10	3.37	0.019	1.20
2003	12	25	BL	br4	2							
2003	12	25	BL	br4	3							
2003	12	25	BL	br4	4							
2003	12	25	BL	br5a	1		1.23	0.02	0.95	1.05	0.007	0.24
2003	12	25	BL	br5a	2							
2003	12	25	BL	br5a	3							
2003	12	25	BL	br5a	4							
2003	12	25	BL	br5t	1		0.42	0.01	1.31	1.12	0.074	0.33
2003	12	25	BL	br5t	2		0.95	0.21	1.48	2.20	0.002	0.33
2003	12	25	BL	br5t	3		0.38	0.01	0.47	1.00	0.012	0.10
2003	12	25	BL	br5t	4		1.02	0.25	1.60	1.92	0.001	0.33

year	month	date	parameter	species	replicate	cond.	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(us cm ⁻¹)	(ppm)					
2004	1	9	BL	br1	1		0.41	0.06	1.38	0.85	0.007	0.42
2004	1	9	BL	br1	2		0.18	0.02	1.38	0.41	0.007	0.20
2004	1	9	BL	br1	3							
2004	1	9	BL	br1	4		0.79	0.06	1.38	0.85	0.007	0.65
2004	1	9	BL	br2	1							
2004	1	9	BL	br2	2		1.05	0.06	1.08	4.03	0.006	0.58
2004	1	9	BL	br2	3		0.52	0.03	1.08	3.19	0.006	0.47
2004	1	9	BL	br2	4		0.51	0.01	1.08	3.21	0.006	0.46
2004	1	9	BL	br3	1							
2004	1	9	BL	br3	2	96.8	0.83	0.02	4.83	18.04	0.056	1.95
2004	1	9	BL	br3	3	78.4	0.81	0.01	5.17	5.60	0.017	1.66
2004	1	9	BL	br3	4							
2004	1	9	BL	br4	1	53.6	0.92	0.02	3.70	6.38	0.034	1.31
2004	1	9	BL	br4	2							
2004	1	9	BL	br4	3							
2004	1	9	BL	br4	4							
2004	1	9	BL	br5a	1		1.23	0.02	0.95	1.05	0.007	0.24
2004	1	9	BL	br5a	2							
2004	1	9	BL	br5a	3	73.1						
2004	1	9	BL	br5a	4							
2004	1	9	BL	br5t	1		0.42	0.01	1.31	1.12	0.074	0.33
2004	1	9	BL	br5t	2		0.95	0.21	1.48	2.20	0.002	0.33
2004	1	9	BL	br5t	3		0.38	0.01	0.47	1.00	0.012	0.10
2004	1	9	BL	br5t	4		1.02	0.25	1.60	1.92	0.001	0.33
2004	2	2	BL	br1	1	24.9	0.20	0.06	1.38	1.18	0.002	0.51
2004	2	2	BL	br1	2	40.3	0.36	0.03	1.82	0.51	0.000	0.14
2004	2	2	BL	br1	3							
2004	2	2	BL	br1	4	12.7						
2004	2	2	BL	br2	1							
2004	2	2	BL	br2	2	25.4	1.05	0.06	2.00	4.03	0.003	0.58
2004	2	2	BL	br2	3	18.8	0.52	0.03	1.70	3.19	0.004	0.47
2004	2	2	BL	br2	4	20.2	0.51	0.01	2.36	3.21	0.002	0.46
2004	2	2	BL	br3	1	15.2	0.51	0.01	1.30	2.66	0.004	0.64
2004	2	2	BL	br3	2	37.2	0.41	0.02	2.07	5.61	0.039	0.78
2004	2	2	BL	br3	3	35.7	0.45	0.02	2.22	6.14	0.019	0.93
2004	2	2	BL	br3	4							
2004	2	2	BL	br4	1	26.7	0.55	0.03	2.99	3.54	0.018	0.48
2004	2	2	BL	br4	2	16.3						
2004	2	2	BL	br4	3							
2004	2	2	BL	br4	4	36.1						
2004	2	2	BL	br5a	1		1.23	0.02	0.95	1.05	0.007	0.24
2004	2	2	BL	br5a	2							
2004	2	2	BL	br5a	3							
2004	2	2	BL	br5a	4							
2004	2	2	BL	br5t	1	60.3	0.59	0.01	1.63	4.81	0.126	0.56
2004	2	2	BL	br5t	2	24.7	0.77	0.21	1.33	4.15	0.028	0.36
2004	2	2	BL	br5t	3							
2004	2	2	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	cond.	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(us cm ⁻¹)	(ppm)					
2004	2	19	BL	br1	1	6.8	0.20	0.06	0.90	1.18	0.001	0.51
2004	2	19	BL	br1	2	5.0	0.36	0.03	0.37	0.51	0.001	0.14
2004	2	19	BL	br1	3							
2004	2	19	BL	br1	4							
2004	2	19	BL	br2	1							
2004	2	19	BL	br2	2	13.4	0.31	0.00	1.09	1.64	0.003	0.23
2004	2	19	BL	br2	3	8.0	0.14	0.00	0.60	0.95	0.002	0.09
2004	2	19	BL	br2	4	6.8	0.17	0.04	0.63	0.84	0.001	0.16
2004	2	19	BL	br3	1	13.1	1.07	0.06	1.20	1.52	0.002	0.27
2004	2	19	BL	br3	2	26.0	0.26	0.01	1.30	2.11	0.021	0.46
2004	2	19	BL	br3	3	16.0	0.31	0.01	0.81	1.73	0.007	0.32
2004	2	19	BL	br3	4							
2004	2	19	BL	br4	1	12.4	0.37	0.04	0.99	1.19	0.007	0.31
2004	2	19	BL	br4	2	6.4	0.22	0.07	0.50	1.02	0.002	0.17
2004	2	19	BL	br4	3							
2004	2	19	BL	br4	4	13.1	0.60	0.03	1.25	1.42	0.002	0.22
2004	2	19	BL	br5a	1		1.23	0.02	0.95	1.05	0.007	0.24
2004	2	19	BL	br5a	2							
2004	2	19	BL	br5a	3							
2004	2	19	BL	br5a	4	11.4					0.002	
2004	2	19	BL	br5t	1	29.7	0.48	0.00	1.42	2.82	0.048	0.44
2004	2	19	BL	br5t	2	6.3	0.17	0.06	0.57	0.89	0.003	0.15
2004	2	19	BL	br5t	3							
2004	2	19	BL	br5t	4							
2004	3	4	BL	br1	1	13.9	1.17	0.12	0.63	0.47	0.004	0.83
2004	3	4	BL	br1	2	61.9	1.17	0.12	6.71	3.86	0.001	0.57
2004	3	4	BL	br1	3							
2004	3	4	BL	br1	4	51.7	2.55	0.10	4.29	4.11	0.011	0.84
2004	3	4	BL	br2	1							
2004	3	4	BL	br2	2	33.6	0.81	0.08	2.01	3.01	0.007	
2004	3	4	BL	br2	3	15.7	0.38	0.02	0.84	1.64	0.005	0.34
2004	3	4	BL	br2	4	35.3	0.79	0.06	2.04	2.81	0.001	0.73
2004	3	4	BL	br3	1	23.7	0.59	0.07	1.21	3.03	0.007	0.61
2004	3	4	BL	br3	2	26.1	0.33	0.02	1.31	2.62	0.021	0.38
2004	3	4	BL	br3	3	29.1	0.77	0.03	2.32	4.04	0.011	0.51
2004	3	4	BL	br3	4	18.0						
2004	3	4	BL	br4	1	29.7	0.59	0.07	2.17	2.55	0.019	0.39
2004	3	4	BL	br4	2	18.2						
2004	3	4	BL	br4	3							
2004	3	4	BL	br4	4	28.3	0.97	0.07	2.04	2.07	0.005	1.03
2004	3	4	BL	br5a	1		1.23	0.02	0.95	1.05	0.007	0.24
2004	3	4	BL	br5a	2							
2004	3	4	BL	br5a	3							
2004	3	4	BL	br5a	4							
2004	3	4	BL	br5t	1	44.5	0.34	0.01	1.38	1.95	0.091	0.34
2004	3	4	BL	br5t	2							
2004	3	4	BL	br5t	3	24.9	0.66	0.03	1.95	2.23	0.018	0.39
2004	3	4	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(ppm)						
2004	3	18	BL	br1	1	30.1			1.45		0.015	
2004	3	18	BL	br1	2	20.1	0.66	0.11	1.21	3.63	0.004	0.40
2004	3	18	BL	br1	3							
2004	3	18	BL	br1	4							
2004	3	18	BL	br2	1							
2004	3	18	BL	br2	2	25.3	0.36	0.04	1.45	3.89	0.005	0.59
2004	3	18	BL	br2	3	17.3	0.21	0.00	1.54	2.93	0.004	0.27
2004	3	18	BL	br2	4	16.7	0.56	0.04	0.78	2.58	0.002	0.52
2004	3	18	BL	br3	1	21.2						
2004	3	18	BL	br3	2	40.9	0.25	0.00	2.73	6.78	0.032	0.50
2004	3	18	BL	br3	3	23.2	0.22	0.02	1.24	4.03	0.008	0.40
2004	3	18	BL	br3	4							
2004	3	18	BL	br4	1	23.0	0.31	0.05	1.09	3.58	0.012	0.32
2004	3	18	BL	br4	2	26.0						
2004	3	18	BL	br4	3							
2004	3	18	BL	br4	4							
2004	3	18	BL	br5a	1							
2004	3	18	BL	br5a	2							
2004	3	18	BL	br5a	3							
2004	3	18	BL	br5a	4	23.0	1.15	0.26	0.72	2.28	0.006	0.40
2004	3	18	BL	br5t	1	40.3	0.63	0.07	1.30	2.96	0.069	0.52
2004	3	18	BL	br5t	2	36.4						
2004	3	18	BL	br5t	3							
2004	3	18	BL	br5t	4							
2004	4	1	BL	br1	1	15.0	0.52	0.05	1.92	0.63	0.005	0.10
2004	4	1	BL	br1	2	20.7						
2004	4	1	BL	br1	3	16.5						
2004	4	1	BL	br1	4	18.9	0.61	0.01	1.60	1.88	0.007	0.53
2004	4	1	BL	br2	1							
2004	4	1	BL	br2	2	21.8	0.61	0.03	1.57	3.07	0.005	0.40
2004	4	1	BL	br2	3	37.6	1.18	0.08	2.71	2.05	0.000	0.42
2004	4	1	BL	br2	4	21.0	0.61	0.01	1.54	2.55	0.006	0.46
2004	4	1	BL	br3	1	16.5	0.40	0.00	1.92	2.53	0.004	0.46
2004	4	1	BL	br3	2	30.7	0.51	0.01	2.06	2.83	0.032	0.59
2004	4	1	BL	br3	3	28.3	0.74	0.02	2.28	0.41	0.013	0.04
2004	4	1	BL	br3	4	15.7	0.51	0.05	1.60	3.69	0.001	0.84
2004	4	1	BL	br4	1	24.4	0.66	0.02	2.22	1.82	0.015	0.36
2004	4	1	BL	br4	2	23.6						
2004	4	1	BL	br4	3	19.6						
2004	4	1	BL	br4	4	25.4	0.97	0.04	2.01	0.64	0.009	0.24
2004	4	1	BL	br5a	1							
2004	4	1	BL	br5a	2	26.9					0.000	
2004	4	1	BL	br5a	3							
2004	4	1	BL	br5a	4	15.2	1.15	0.06	0.95	5.11	0.008	0.29
2004	4	1	BL	br5t	1	49.3	0.63	0.02	2.03	1.42	0.095	0.18
2004	4	1	BL	br5t	2	22.8						
2004	4	1	BL	br5t	3	17.5	0.58	0.03	1.33	1.35	0.012	0.18
2004	4	1	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺
						(ppm)						
2004	4	15	BL	br1	1	17.3						
2004	4	15	BL	br1	2	17.4	0.74	0.04	1.44	1.19	0.006	0.29
2004	4	15	BL	br1	3	24.6						
2004	4	15	BL	br1	4	11.5	0.33	0.01	0.87	1.24	0.009	0.27
2004	4	15	BL	br2	1							
2004	4	15	BL	br2	2	13.3	0.56	0.02	0.79	2.46	0.009	0.26
2004	4	15	BL	br2	3	29.3	1.04	0.12	2.68	1.39	0.001	0.45
2004	4	15	BL	br2	4	15.4	0.43	0.04	0.76	1.75	0.009	0.24
2004	4	15	BL	br3	1	13.2	0.38	0.02	0.68	1.48	0.009	0.21
2004	4	15	BL	br3	2	23.5	0.38	0.02	1.22	1.76	0.032	0.33
2004	4	15	BL	br3	3	18.6	0.46	0.02	1.41	1.79	0.013	0.26
2004	4	15	BL	br3	4	11.4	1.43	0.17	0.98	0.99	0.003	0.80
2004	4	15	BL	br4	1	17.7	0.39	0.02	1.17	1.31	0.020	0.34
2004	4	15	BL	br4	2	16.5	0.58	0.21	1.08	1.31	0.020	0.34
2004	4	15	BL	br4	3	13.4	0.99	0.19	0.87	1.84	0.005	0.75
2004	4	15	BL	br4	4	9.5	0.27	0.02	0.73	0.82	0.008	0.11
2004	4	15	BL	br5a	1							
2004	4	15	BL	br5a	2							
2004	4	15	BL	br5a	3							
2004	4	15	BL	br5a	4	13.5	0.73	0.16	0.68	1.31	0.016	0.34
2004	4	15	BL	br5t	1	31.9	0.44	0.02	1.95	1.87	0.068	0.28
2004	4	15	BL	br5t	2	5.6						
2004	4	15	BL	br5t	3	19.1						
2004	4	15	BL	br5t	4							
2004	4	29	BL	br1	1	30.6						
2004	4	29	BL	br1	2	15.4	0.74	0.04	1.38	1.19	0.009	0.29
2004	4	29	BL	br1	3	22.9						
2004	4	29	BL	br1	4	28.6	0.33	0.01	1.98	1.24	0.007	0.27
2004	4	29	BL	br2	1	24.8					0.005	
2004	4	29	BL	br2	2	19.3	0.61	0.03	1.08	1.99	0.006	0.21
2004	4	29	BL	br2	3	55.0	2.76	0.68	1.08	4.97	0.000	0.71
2004	4	29	BL	br2	4	16.0			0.89		0.005	
2004	4	29	BL	br3	1	20.7						
2004	4	29	BL	br3	2	25.7	0.49	0.02	1.03	1.84	0.025	0.26
2004	4	29	BL	br3	3	28.4						
2004	4	29	BL	br3	4	14.6	0.50	0.03	0.92	1.74	0.002	0.24
2004	4	29	BL	br4	1	24.3	1.27	0.03	1.30	2.45	0.014	0.77
2004	4	29	BL	br4	2	45.1			1.98		0.032	
2004	4	29	BL	br4	3	27.7			1.95		0.006	
2004	4	29	BL	br4	4	36.0			2.52		0.009	
2004	4	29	BL	br5a	1		0.35	0.02	0.82	1.40	0.007	0.17
2004	4	29	BL	br5a	2							
2004	4	29	BL	br5a	3							
2004	4	29	BL	br5a	4	20.8			1.46		0.007	
2004	4	29	BL	br5t	1	47.2	0.79	0.03	2.03	1.76	0.087	0.29
2004	4	29	BL	br5t	2							
2004	4	29	BL	br5t	3	23.1						
2004	4	29	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	cond. ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	tN	NO_3^- -N	Cl^-	SO_4^{2-}	H^+	Na^+
						(ppm)						
2004	5	13	BL	br1	1	27.3						
2004	5	13	BL	br1	2	37.2						
2004	5	13	BL	br1	3	29.3	1.09	0.10	2.81	2.89	0.007	0.63
2004	5	13	BL	br1	4	32.7	1.47	0.08	2.84	3.54	0.007	0.45
2004	5	13	BL	br2	1	25.6			1.85		0.012	
2004	5	13	BL	br2	2	25.7	0.79	0.03	1.38	3.23	0.006	0.35
2004	5	13	BL	br2	3	72.0					0.001	
2004	5	13	BL	br2	4	25.3	0.97	0.05	1.72	2.96	0.008	0.29
2004	5	13	BL	br3	1	23.2	1.00	0.04	1.35	2.75	0.006	0.90
2004	5	13	BL	br3	2	33.0	0.87	0.08	1.69	3.12	0.033	0.39
2004	5	13	BL	br3	3	32.8						
2004	5	13	BL	br3	4	22.2						
2004	5	13	BL	br4	1	26.3	1.63	0.31	1.78	3.31	0.013	0.49
2004	5	13	BL	br4	2							
2004	5	13	BL	br4	3							
2004	5	13	BL	br4	4							
2004	5	13	BL	br5a	1		0.35	0.02	0.95	2.55	0.007	0.17
2004	5	13	BL	br5a	2	41.7	0.35	0.02	0.95	1.40	0.006	0.17
2004	5	13	BL	br5a	3							
2004	5	13	BL	br5a	4							
2004	5	13	BL	br5t	1	52.2	0.42	0.01	2.38	1.12	0.095	0.33
2004	5	13	BL	br5t	2	35.2	0.95	0.21	1.75	2.20	0.042	0.33
2004	5	13	BL	br5t	3	34.7	0.38	0.01	3.12	1.00	0.030	0.10
2004	5	13	BL	br5t	4	29.5	1.02	0.25	1.48	1.92	0.007	0.33
2004	5	28	BL	br1	1	14.9	0.41	0.02	1.38	1.35	0.010	0.12
2004	5	28	BL	br1	2	11.7	0.50	0.04	0.85	0.77	0.006	0.22
2004	5	28	BL	br1	3	14.0	0.37	0.08	0.57	1.42	0.009	0.31
2004	5	28	BL	br1	4	11.2						
2004	5	28	BL	br2	1	12.3	0.25	0.09	0.13	0.39	0.002	0.23
2004	5	28	BL	br2	2	10.7	0.60	0.02	0.44	1.05	0.001	0.25
2004	5	28	BL	br2	3	36.9	1.55	0.61	1.08	2.47	0.001	0.23
2004	5	28	BL	br2	4	9.9	0.43	0.03	0.38	0.97	0.002	0.20
2004	5	28	BL	br3	1	9.7	0.73	0.24	1.51	0.99	0.001	0.19
2004	5	28	BL	br3	2	23.3	0.48	0.02	0.85	1.33	0.001	0.19
2004	5	28	BL	br3	3	10.4	0.73	0.82	2.53	1.33	0.002	0.19
2004	5	28	BL	br3	4	10.0	0.48	1.00	0.28	1.33	0.001	0.19
2004	5	28	BL	br4	1	11.3	0.97	0.31	1.51	1.84	0.001	2.76
2004	5	28	BL	br4	2	10.4	1.86	0.89	3.26	1.60	0.001	3.24
2004	5	28	BL	br4	3	10.6						
2004	5	28	BL	br4	4	10.4	1.38	0.39	1.26	2.20	0.001	3.46
2004	5	28	BL	br5a	1	12.2	0.35	0.02	2.03	2.55	0.002	0.17
2004	5	28	BL	br5a	2	13.1	0.35	0.02	0.82	1.40	0.007	0.17
2004	5	28	BL	br5a	3							
2004	5	28	BL	br5a	4	10.2	0.35	0.02	0.95	1.40	0.002	0.17
2004	5	28	BL	br5t	1	34.6	0.42	0.01	1.31	1.12	0.074	0.33
2004	5	28	BL	br5t	2	9.6	0.95	0.21	1.48	2.20	0.002	0.33
2004	5	28	BL	br5t	3	12.6	0.38	0.01	0.47	1.00	0.012	0.10
2004	5	28	BL	br5t	4	8.5	1.02	0.25	1.60	1.92	0.001	0.33

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(ppm)						
2003	7	24	BL	br1	1	0.89	0.27	0.18	0.54	0.05	0.03	0.04
2003	7	24	BL	br1	2	1.72	0.27	0.44	2.36	0.00	0.03	0.06
2003	7	24	BL	br1	3	1.51	0.27	0.39	1.66	0.09	0.03	0.10
2003	7	24	BL	br2	1	1.47	0.04	0.19	0.96	0.08	0.02	0.17
2003	7	24	BL	br2	2	1.08	0.02	0.15	0.61	0.02	0.02	0.06
2003	7	24	BL	br2	3							
2003	7	24	BL	br3	1							
2003	7	24	BL	br3	2	1.61	0.04	0.13	0.54	0.05	0.03	0.04
2003	7	24	BL	br3	3	1.78	0.05	0.19	1.09	0.08	0.05	0.04
2003	7	24	BL	br4	1	0.76	0.42	0.12	0.60	0.03	0.03	0.08
2003	7	24	BL	br4	2	1.34	0.44	0.21	0.60	0.04	0.03	0.11
2003	7	24	BL	br4	3	0.74	0.16	0.15	0.41	0.02	0.02	0.09
2003	7	24	BL	br5a	1	0.65	0.04	0.24	0.93	0.00	0.02	0.04
2003	7	24	BL	br5a	2	1.12	0.04	0.25	1.05	0.05	0.03	0.05
2003	7	24	BL	br5a	3							
2003	7	24	BL	br5t	1	1.58	0.05	0.08	0.29	0.03	0.04	0.05
2003	7	24	BL	br5t	2	0.88	0.07	0.17	0.53	0.05	0.03	0.04
2003	7	24	BL	br5t	3							
2003	8	11	BL	br1	1	0.97	0.00	0.16	0.64	0.07	0.03	0.05
2003	8	11	BL	br1	2							
2003	8	11	BL	br1	3							
2003	8	11	BL	br2	1	0.49	0.07	0.28	1.60	0.09	0.03	0.14
2003	8	11	BL	br2	2							
2003	8	11	BL	br2	3							
2003	8	11	BL	br3	1							
2003	8	11	BL	br3	2							
2003	8	11	BL	br3	3	1.78	0.05	0.19	1.09	0.08	0.05	0.04
2003	8	11	BL	br4	1	1.32	0.08	0.24	0.89	0.06	0.05	0.17
2003	8	11	BL	br4	2							
2003	8	11	BL	br4	3							
2003	8	11	BL	br5a	1	0.65	0.04	0.24	0.93	0.00	0.02	0.04
2003	8	11	BL	br5a	2	1.12	0.04	0.25	1.05	0.05	0.03	0.05
2003	8	11	BL	br5a	3							
2003	8	11	BL	br5t	1	1.58	0.05	0.08	0.29	0.03	0.04	0.05
2003	8	11	BL	br5t	2	0.88	0.07	0.17	0.53	0.05	0.03	0.04
2003	8	11	BL	br5t	3							

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(ppm)						
2003	8	26	BL	br1	1	1.08	0.00	0.54	1.78	0.07	0.04	0.40
2003	8	26	BL	br1	2							
2003	8	26	BL	br1	3							
2003	8	26	BL	br1	4	0.97	0.00	0.16	0.64	0.07	0.03	0.05
2003	8	26	BL	br2	1	1.47	0.04	0.19	0.96	0.08	0.02	0.17
2003	8	26	BL	br2	2							
2003	8	26	BL	br2	3							
2003	8	26	BL	br2	4							
2003	8	26	BL	br3	1							
2003	8	26	BL	br3	2	1.83	0.00	0.38	2.18	0.29	0.07	0.07
2003	8	26	BL	br3	3	1.02	0.00	0.45	0.91	0.19	0.09	0.04
2003	8	26	BL	br3	4	1.02	0.00	0.16	0.91	0.04	0.03	0.04
2003	8	26	BL	br4	1							
2003	8	26	BL	br4	2							
2003	8	26	BL	br4	3							
2003	8	26	BL	br4	4	1.32	0.08	0.24	0.89	0.06	0.05	0.17
2003	8	26	BL	br5a	1							
2003	8	26	BL	br5a	2	0.44	0.07	0.29	1.30	0.04	0.04	0.05
2003	8	26	BL	br5a	3							
2003	8	26	BL	br5a	4							
2003	8	26	BL	br5t	1	0.75	0.06	0.11	0.25	0.02	0.11	0.11
2003	8	26	BL	br5t	2							
2003	8	26	BL	br5t	3							
2003	8	26	BL	br5t	4							
2003	9	8	BL	br1	1	0.30	0.21	0.08	0.39	0.01	0.02	0.05
2003	9	8	BL	br1	2							
2003	9	8	BL	br1	3							
2003	9	8	BL	br1	4	0.38	0.00	0.07	0.22	0.03	0.02	0.03
2003	9	8	BL	br2	1	0.36	0.07	0.13	0.82	0.01	0.02	0.04
2003	9	8	BL	br2	2							
2003	9	8	BL	br2	3							
2003	9	8	BL	br2	4							
2003	9	8	BL	br3	1							
2003	9	8	BL	br3	2	0.25	0.05	0.05	0.24	0.03	0.02	0.02
2003	9	8	BL	br3	3							
2003	9	8	BL	br3	4	0.40	0.01	0.08	0.30	0.02	0.02	0.03
2003	9	8	BL	br4	1	0.32	0.14	0.16	0.60	0.06	0.03	0.11
2003	9	8	BL	br4	2							
2003	9	8	BL	br4	3	0.40	0.04	0.08	0.28	0.01	0.02	0.04
2003	9	8	BL	br4	4							
2003	9	8	BL	br5a	1							
2003	9	8	BL	br5a	2	0.17	0.00	0.11	0.47	0.02	0.02	0.03
2003	9	8	BL	br5a	3	0.28	0.00	0.09	0.55	0.02	0.03	0.03
2003	9	8	BL	br5a	4	0.41	0.09	0.14	0.34	0.03	0.03	0.09
2003	9	8	BL	br5t	1	0.08	0.03	0.15	0.32	0.03	0.03	0.01
2003	9	8	BL	br5t	2	0.31	0.08	0.30	0.62	0.01	0.03	0.00
2003	9	8	BL	br5t	3	0.06	0.01	0.06	0.62	0.05	0.00	0.00
2003	9	8	BL	br5t	4	0.59	0.04	0.21	1.52	0.01	0.02	0.03

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(ppm)						
2003	9	19	BL	br1	1	0.59	0.05	0.24	1.04	0.01	0.03	0.09
2003	9	19	BL	br1	2							
2003	9	19	BL	br1	3							
2003	9	19	BL	br1	4							
2003	9	19	BL	br2	1							
2003	9	19	BL	br2	2							
2003	9	19	BL	br2	3	0.36	0.07	0.13	0.82	0.01	0.02	0.04
2003	9	19	BL	br2	4							
2003	9	19	BL	br3	1							
2003	9	19	BL	br3	2	0.38	0.00	0.08	0.45	0.05	0.03	0.03
2003	9	19	BL	br3	3	0.49	0.08	0.18	0.93	0.07	0.04	0.03
2003	9	19	BL	br3	4	0.40	0.01	0.08	0.30	0.02	0.02	0.03
2003	9	19	BL	br4	1	0.49	0.12	0.19	0.76	0.07	0.03	0.14
2003	9	19	BL	br4	2							
2003	9	19	BL	br4	3							
2003	9	19	BL	br4	4	0.59	0.02	0.07	0.22	0.01	0.02	0.06
2003	9	19	BL	br5a	1							
2003	9	19	BL	br5a	2	0.31	0.07	0.15	0.54	0.01	0.03	0.05
2003	9	19	BL	br5a	3							
2003	9	19	BL	br5a	4							
2003	9	19	BL	br5t	1	0.21	0.02	0.08	0.19	0.01	0.05	0.04
2003	9	19	BL	br5t	2							
2003	9	19	BL	br5t	3							
2003	9	19	BL	br5t	4							
2003	10	2	BL	br1	1	0.68	0.02	0.18	0.52	0.04	0.02	0.10
2003	10	2	BL	br1	2							
2003	10	2	BL	br1	3							
2003	10	2	BL	br1	4							
2003	10	2	BL	br2	1	0.46	0.07	0.22	0.98	0.04	0.03	0.09
2003	10	2	BL	br2	2							
2003	10	2	BL	br2	3							
2003	10	2	BL	br2	4							
2003	10	2	BL	br3	1							
2003	10	2	BL	br3	2	0.58	0.01	0.12	0.73	0.08	0.04	0.03
2003	10	2	BL	br3	3	0.62	0.02	0.20	0.99	0.09	0.04	0.03
2003	10	2	BL	br3	4	1.05	0.04	0.14	0.52	0.03	0.04	0.06
2003	10	2	BL	br4	1	0.26	0.01	0.13	0.53	0.03	0.03	0.10
2003	10	2	BL	br4	2	0.89	0.09	0.33	0.79	0.05	0.05	0.24
2003	10	2	BL	br4	3							
2003	10	2	BL	br4	4	0.79	0.00	0.13	0.24	0.01	0.03	0.08
2003	10	2	BL	br5a	1							
2003	10	2	BL	br5a	2							
2003	10	2	BL	br5a	3							
2003	10	2	BL	br5a	4	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2003	10	2	BL	br5t	1	0.38	0.02	0.08	0.17	0.01	0.10	0.09
2003	10	2	BL	br5t	2							
2003	10	2	BL	br5t	3							
2003	10	2	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(ppm)						
2003	10	16	BL	br1	1							
2003	10	16	BL	br1	2	0.34	0.04	0.26	1.40	0.01	0.03	0.09
2003	10	16	BL	br1	3							
2003	10	16	BL	br1	4	0.26	0.00	0.09	0.24	0.02	0.02	0.04
2003	10	16	BL	br2	1							
2003	10	16	BL	br2	2							
2003	10	16	BL	br2	3							
2003	10	16	BL	br2	4	0.46	0.07	0.22	0.98	0.04	0.03	0.09
2003	10	16	BL	br3	1	0.61	0.01	0.25	1.50	0.06	0.04	0.06
2003	10	16	BL	br3	2	0.72	0.12	0.18	0.79	0.08	0.04	0.06
2003	10	16	BL	br3	3	0.64	0.27	0.25	1.19	0.07	0.04	0.06
2003	10	16	BL	br3	4							
2003	10	16	BL	br4	1	0.26	0.01	0.13	0.53	0.03	0.03	0.10
2003	10	16	BL	br4	2	0.89	0.09	0.33	0.79	0.05	0.05	0.24
2003	10	16	BL	br4	3							
2003	10	16	BL	br4	4	0.79	0.00	0.13	0.24	0.01	0.03	0.08
2003	10	16	BL	br5a	1							
2003	10	16	BL	br5a	2							
2003	10	16	BL	br5a	3							
2003	10	16	BL	br5a	4	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2003	10	16	BL	br5t	1	0.23	0.04	0.10	0.22	0.03	0.04	0.05
2003	10	16	BL	br5t	2	0.15	0.18	0.07	0.36	0.01	0.03	0.05
2003	10	16	BL	br5t	3							
2003	10	16	BL	br5t	4							
2003	10	30	BL	br1	1							
2003	10	30	BL	br1	2	0.34	0.04	0.26	1.40	0.01	0.03	0.09
2003	10	30	BL	br1	3							
2003	10	30	BL	br1	4	0.26	0.00	0.09	0.24	0.02	0.02	0.04
2003	10	30	BL	br2	1							
2003	10	30	BL	br2	2							
2003	10	30	BL	br2	3							
2003	10	30	BL	br2	4	0.46	0.07	0.22	0.98	0.04	0.03	0.09
2003	10	30	BL	br3	1	0.61	0.01	0.25	1.50	0.06	0.04	0.06
2003	10	30	BL	br3	2	0.72	0.12	0.18	0.79	0.08	0.04	0.06
2003	10	30	BL	br3	3	0.64	0.27	0.25	1.19	0.07	0.04	0.06
2003	10	30	BL	br3	4							
2003	10	30	BL	br4	1	0.26	0.01	0.13	0.53	0.03	0.03	0.10
2003	10	30	BL	br4	2	0.89	0.09	0.33	0.79	0.05	0.05	0.24
2003	10	30	BL	br4	3							
2003	10	30	BL	br4	4	0.79	0.00	0.13	0.24	0.01	0.03	0.08
2003	10	30	BL	br5a	1							
2003	10	30	BL	br5a	2							
2003	10	30	BL	br5a	3							
2003	10	30	BL	br5a	4	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2003	10	30	BL	br5t	1	0.08	0.03	0.15	0.32	0.03	0.03	0.01
2003	10	30	BL	br5t	2	0.31	0.08	0.30	0.62	0.01	0.03	0.00
2003	10	30	BL	br5t	3	0.06	0.01	0.06	0.62	0.05	0.00	0.00
2003	10	30	BL	br5t	4	0.59	0.04	0.21	1.52	0.01	0.02	0.03

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(ppm)						
2003	11	13	BL	br1	1							
2003	11	13	BL	br1	2	0.76	0.17	0.20	1.84	0.03	0.02	0.00
2003	11	13	BL	br1	3							
2003	11	13	BL	br1	4	0.94	0.17	0.49	1.62	0.15	0.03	0.15
2003	11	13	BL	br2	1							
2003	11	13	BL	br2	2							
2003	11	13	BL	br2	3							
2003	11	13	BL	br2	4	0.86	0.13	0.53	1.79	0.14	0.03	0.12
2003	11	13	BL	br3	1	0.92	0.17	0.28	3.07	0.03	0.03	0.01
2003	11	13	BL	br3	2	2.34	0.48	0.27	1.30	0.17	0.04	0.03
2003	11	13	BL	br3	3	1.01	0.13	0.37	1.94	0.11	0.03	0.02
2003	11	13	BL	br3	4	1.19	0.07	0.29	0.97	0.04	0.03	0.07
2003	11	13	BL	br4	1	1.42	0.05	0.34	1.12	0.14	0.02	0.24
2003	11	13	BL	br4	2							
2003	11	13	BL	br4	3							
2003	11	13	BL	br4	4	2.18	0.04	0.32	0.55	0.04	0.04	0.26
2003	11	13	BL	br5a	1	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2003	11	13	BL	br5a	2							
2003	11	13	BL	br5a	3							
2003	11	13	BL	br5a	4							
2003	11	13	BL	br5t	1	0.24	0.11	0.12	0.42	0.03	0.04	0.02
2003	11	13	BL	br5t	2							
2003	11	13	BL	br5t	3							
2003	11	13	BL	br5t	4							
2003	11	27	BL	br1	1	0.70	0.02	0.01	0.17	0.01	0.00	0.02
2003	11	27	BL	br1	2	0.24	0.02	0.04	0.12	0.00	0.00	0.00
2003	11	27	BL	br1	3	0.13	0.01	0.07	0.21	0.01	0.00	0.02
2003	11	27	BL	br1	4							
2003	11	27	BL	br2	1							
2003	11	27	BL	br2	2	0.63	0.02	0.02	0.16	0.01	0.00	0.01
2003	11	27	BL	br2	3	0.61	0.03	0.00	0.16	0.02	0.00	0.01
2003	11	27	BL	br2	4	0.44	0.03	0.05	0.34	0.02	0.00	0.02
2003	11	27	BL	br3	1	0.45	0.05	0.12	0.57	0.01	0.00	0.03
2003	11	27	BL	br3	2	0.58	0.07	0.17	0.70	0.08	0.02	0.05
2003	11	27	BL	br3	3	0.50	0.05	0.08	0.52	0.04	0.00	0.02
2003	11	27	BL	br3	4	0.61	0.06	0.12	0.43	0.04	0.00	0.00
2003	11	27	BL	br4	1	1.04	0.04	0.21	0.62	0.01	0.01	0.14
2003	11	27	BL	br4	2	0.36	0.07	0.10	0.16	0.02	0.01	0.09
2003	11	27	BL	br4	3	0.68	0.04	0.06	0.22	0.00	0.00	0.06
2003	11	27	BL	br4	4	0.90	0.02	0.07	0.15	0.01	0.00	0.05
2003	11	27	BL	br5a	1	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2003	11	27	BL	br5a	2							
2003	11	27	BL	br5a	3							
2003	11	27	BL	br5a	4							
2003	11	27	BL	br5t	1	0.61	0.06	0.18	0.32	0.02	0.03	0.08
2003	11	27	BL	br5t	2	0.17	0.13	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00
2003	11	27	BL	br5t	3	0.38	0.04	0.13	0.56	0.04	0.00	0.02
2003	11	27	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(ppm)						
2003	12	11	BL	br1	1	0.52	0.05	0.10	0.28	0.01	0.00	0.01
2003	12	11	BL	br1	2	0.25	0.02	0.04	0.26	0.01	0.00	0.01
2003	12	11	BL	br1	3							
2003	12	11	BL	br1	4	0.13	0.05	0.04	0.18	0.01	0.00	0.00
2003	12	11	BL	br2	1							
2003	12	11	BL	br2	2	0.36	0.04	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00
2003	12	11	BL	br2	3	0.53	0.01	0.12	0.07	0.00	0.00	0.00
2003	12	11	BL	br2	4	0.93	0.04	0.12	0.42	0.01	0.00	0.03
2003	12	11	BL	br3	1	0.25	0.00	0.06	0.24	0.00	0.00	0.03
2003	12	11	BL	br3	2	0.22	0.02	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00
2003	12	11	BL	br3	3							
2003	12	11	BL	br3	4	0.01	0.02	0.06	0.09	0.00	0.00	0.00
2003	12	11	BL	br4	1	0.36	0.01	0.13	0.27	0.02	0.00	0.06
2003	12	11	BL	br4	2							
2003	12	11	BL	br4	3							
2003	12	11	BL	br4	4	0.39	0.01	0.13	0.06	0.00	0.00	0.02
2003	12	11	BL	br5a	1	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2003	12	11	BL	br5a	2							
2003	12	11	BL	br5a	3							
2003	12	11	BL	br5a	4							
2003	12	11	BL	br5t	1	0.94	0.10	0.41	0.41	0.02	0.02	0.19
2003	12	11	BL	br5t	2							
2003	12	11	BL	br5t	3	0.65	0.10	0.13	0.62	0.04	0.00	0.04
2003	12	11	BL	br5t	4							
2003	12	25	BL	br1	1	0.52	0.05	0.10	0.28	0.01	0.00	0.01
2003	12	25	BL	br1	2	0.25	0.02	0.04	0.26	0.01	0.00	0.01
2003	12	25	BL	br1	3							
2003	12	25	BL	br1	4	0.13	0.05	0.04	0.18	0.01	0.00	0.00
2003	12	25	BL	br2	1							
2003	12	25	BL	br2	2	0.63	0.02	0.02	0.16	0.01	0.00	0.01
2003	12	25	BL	br2	3	0.61	0.03	0.00	0.16	0.02	0.00	0.01
2003	12	25	BL	br2	4	0.44	0.03	0.05	0.34	0.02	0.00	0.02
2003	12	25	BL	br3	1	1.25	0.00	0.43	1.00	0.19	0.00	0.17
2003	12	25	BL	br3	2	1.01	0.02	0.54	3.16	0.19	0.02	0.06
2003	12	25	BL	br3	3	2.08	0.01	1.13	3.07	0.19	0.04	0.22
2003	12	25	BL	br3	4							
2003	12	25	BL	br4	1	1.87	0.01	0.82	1.42	0.00	0.02	0.30
2003	12	25	BL	br4	2							
2003	12	25	BL	br4	3							
2003	12	25	BL	br4	4							
2003	12	25	BL	br5a	1	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2003	12	25	BL	br5a	2							
2003	12	25	BL	br5a	3							
2003	12	25	BL	br5a	4							
2003	12	25	BL	br5t	1	0.08	0.03	0.15	0.32	0.03	0.03	0.01
2003	12	25	BL	br5t	2	0.31	0.08	0.30	0.62	0.01	0.03	0.00
2003	12	25	BL	br5t	3	0.06	0.01	0.06	0.62	0.05	0.00	0.00
2003	12	25	BL	br5t	4	0.59	0.04	0.21	1.52	0.01	0.02	0.03

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(ppm)						
2004	1	9	BL	br1	1	0.52	0.05	0.10	0.28	0.01	0.00	0.01
2004	1	9	BL	br1	2	0.25	0.02	0.04	0.26	0.01	0.00	0.01
2004	1	9	BL	br1	3							
2004	1	9	BL	br1	4	0.13	0.05	0.04	0.18	0.01	0.00	0.00
2004	1	9	BL	br2	1							
2004	1	9	BL	br2	2	1.82	0.21	0.59	1.25	0.03	0.02	0.11
2004	1	9	BL	br2	3	1.90	0.07	0.37	0.68	0.03	0.02	0.08
2004	1	9	BL	br2	4	2.60	0.03	0.27	0.59	0.03	0.01	0.05
2004	1	9	BL	br3	1							
2004	1	9	BL	br3	2	1.53	0.34	1.23	5.69	0.19	0.03	0.13
2004	1	9	BL	br3	3	2.08	0.03	1.13	3.07	0.19	0.04	0.22
2004	1	9	BL	br3	4							
2004	1	9	BL	br4	1	1.90	0.07	0.99	1.95	0.00	0.03	0.25
2004	1	9	BL	br4	2							
2004	1	9	BL	br4	3							
2004	1	9	BL	br4	4							
2004	1	9	BL	br5a	1	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2004	1	9	BL	br5a	2							
2004	1	9	BL	br5a	3							
2004	1	9	BL	br5a	4							
2004	1	9	BL	br5t	1	0.08	0.03	0.15	0.32	0.03	0.03	0.01
2004	1	9	BL	br5t	2	0.31	0.08	0.30	0.62	0.01	0.03	0.00
2004	1	9	BL	br5t	3	0.06	0.01	0.06	0.62	0.05	0.00	0.00
2004	1	9	BL	br5t	4	0.59	0.04	0.21	1.52	0.01	0.02	0.03
2004	2	2	BL	br1	1	0.62	0.02	0.22	0.50	0.02	0.00	0.05
2004	2	2	BL	br1	2	0.49	0.01	0.06	0.19	0.01	0.00	0.01
2004	2	2	BL	br1	3							
2004	2	2	BL	br1	4							
2004	2	2	BL	br2	1							
2004	2	2	BL	br2	2	1.82	0.21	0.59	1.25	0.03	0.02	0.11
2004	2	2	BL	br2	3	1.90	0.07	0.37	0.68	0.03	0.02	0.08
2004	2	2	BL	br2	4	2.60	0.03	0.27	0.59	0.03	0.01	0.05
2004	2	2	BL	br3	1	0.58	0.01	0.31	1.40	0.03	0.00	0.04
2004	2	2	BL	br3	2	0.72	0.03	0.40	1.66	0.21	0.02	0.10
2004	2	2	BL	br3	3	1.51	0.02	0.57	2.32	0.16	0.03	0.09
2004	2	2	BL	br3	4							
2004	2	2	BL	br4	1	1.20	0.03	0.46	1.12	0.10	0.02	0.15
2004	2	2	BL	br4	2							
2004	2	2	BL	br4	3							
2004	2	2	BL	br4	4							
2004	2	2	BL	br5a	1	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2004	2	2	BL	br5a	2							
2004	2	2	BL	br5a	3							
2004	2	2	BL	br5a	4							
2004	2	2	BL	br5t	1	0.27	0.08	0.55	0.38	0.08	0.03	0.09
2004	2	2	BL	br5t	2	1.05	0.00	0.45	0.70	0.08	0.02	0.12
2004	2	2	BL	br5t	3							
2004	2	2	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(ppm)						
2004	2	19	BL	br1	1	0.62	0.02	0.22	0.50	0.02	0.00	0.05
2004	2	19	BL	br1	2	0.49	0.01	0.06	0.19	0.01	0.00	0.01
2004	2	19	BL	br1	3							
2004	2	19	BL	br1	4							
2004	2	19	BL	br2	1							
2004	2	19	BL	br2	2	1.14	0.00	0.25	0.61	0.03	0.01	0.05
2004	2	19	BL	br2	3	0.73	0.00	0.03	0.17	0.01	0.00	0.00
2004	2	19	BL	br2	4	0.94	0.02	0.10	0.16	0.00	0.00	0.01
2004	2	19	BL	br3	1	0.50	0.11	0.40	0.99	0.04	0.01	0.06
2004	2	19	BL	br3	2	0.52	0.02	0.25	0.98	0.12	0.02	0.08
2004	2	19	BL	br3	3	0.80	0.00	0.24	1.04	0.06	0.01	0.05
2004	2	19	BL	br3	4							
2004	2	19	BL	br4	1	0.56	0.02	0.17	0.39	0.01	0.01	0.07
2004	2	19	BL	br4	2	0.47	0.02	0.32	0.41	0.01	0.01	0.08
2004	2	19	BL	br4	3							
2004	2	19	BL	br4	4	1.16	0.13	0.39	0.55	0.01	0.01	0.14
2004	2	19	BL	br5a	1	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2004	2	19	BL	br5a	2							
2004	2	19	BL	br5a	3							
2004	2	19	BL	br5a	4							
2004	2	19	BL	br5t	1	0.52	0.01	0.28	0.55	0.03	0.01	0.07
2004	2	19	BL	br5t	2	0.24	0.00	0.14	0.28	0.02	0.01	0.03
2004	2	19	BL	br5t	3							
2004	2	19	BL	br5t	4							
2004	3	4	BL	br1	1	1.14	0.42	0.17	0.44	0.10	0.00	0.09
2004	3	4	BL	br1	2	6.93	0.42	0.48	1.00	0.10	0.03	0.13
2004	3	4	BL	br1	3							
2004	3	4	BL	br1	4	1.79	1.78	0.73	1.89	0.10	0.03	0.18
2004	3	4	BL	br2	1							
2004	3	4	BL	br2	2	1.43	0.06	0.63	1.64	0.04	0.02	0.14
2004	3	4	BL	br2	3	1.30	0.06	0.35	0.61	0.04	0.01	0.07
2004	3	4	BL	br2	4		0.20	0.48	0.74	0.04	0.02	0.11
2004	3	4	BL	br3	1	0.83	0.02	0.60	1.56	0.10	0.02	0.09
2004	3	4	BL	br3	2	0.62	0.03	0.30	0.96	0.12	0.02	0.11
2004	3	4	BL	br3	3	1.28	0.11	0.57	2.36	0.10	0.03	0.08
2004	3	4	BL	br3	4							
2004	3	4	BL	br4	1	1.21	0.06	0.44	1.07	0.10	0.03	0.19
2004	3	4	BL	br4	2							
2004	3	4	BL	br4	3							
2004	3	4	BL	br4	4	1.98	0.06	0.43	1.07	0.10	0.01	0.17
2004	3	4	BL	br5a	1	0.40	0.07	0.19	0.66	0.03	0.03	0.10
2004	3	4	BL	br5a	2							
2004	3	4	BL	br5a	3							
2004	3	4	BL	br5a	4							
2004	3	4	BL	br5t	1	0.26	0.00	0.32	0.25	0.04	0.03	0.11
2004	3	4	BL	br5t	2							
2004	3	4	BL	br5t	3	1.07	0.07	0.43	1.43	0.10	0.02	0.08
2004	3	4	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(ppm)						
2004	3	18	BL	br1	1							
2004	3	18	BL	br1	2	2.03	0.25	0.21	0.40	0.02	0.01	0.07
2004	3	18	BL	br1	3							
2004	3	18	BL	br1	4							
2004	3	18	BL	br2	1							
2004	3	18	BL	br2	2	1.72	0.01	0.57	1.12	0.05	0.01	0.11
2004	3	18	BL	br2	3	1.45	0.00	0.27	0.59	0.03	0.00	0.02
2004	3	18	BL	br2	4	2.02	0.03	0.23	0.50	0.03	0.01	0.08
2004	3	18	BL	br3	1							
2004	3	18	BL	br3	2	0.98	0.00	0.41	1.84	0.21	0.01	0.06
2004	3	18	BL	br3	3	1.01	0.01	0.43	1.43	0.19	0.01	0.06
2004	3	18	BL	br3	4							
2004	3	18	BL	br4	1	0.82	0.03	0.39	0.81	0.20	0.02	0.08
2004	3	18	BL	br4	2							
2004	3	18	BL	br4	3							
2004	3	18	BL	br4	4							
2004	3	18	BL	br5a	1							
2004	3	18	BL	br5a	2							
2004	3	18	BL	br5a	3							
2004	3	18	BL	br5a	4	0.78	0.30	0.27	0.61	0.14	0.01	0.07
2004	3	18	BL	br5t	1	0.54	0.01	0.53	0.51	0.08	0.03	0.15
2004	3	18	BL	br5t	2							
2004	3	18	BL	br5t	3							
2004	3	18	BL	br5t	4							
2004	4	1	BL	br1	1	0.27	0.03	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00
2004	4	1	BL	br1	2							
2004	4	1	BL	br1	3							
2004	4	1	BL	br1	4	2.42	0.02	0.38	1.02	0.04	0.02	0.09
2004	4	1	BL	br2	1							
2004	4	1	BL	br2	2	1.01	0.03	0.10	0.62	0.00	0.00	0.00
2004	4	1	BL	br2	3	1.01	0.42	0.23	1.02	0.11	0.02	0.09
2004	4	1	BL	br2	4	2.69	0.04	0.36	0.98	0.05	0.02	0.30
2004	4	1	BL	br3	1	0.62	0.03	0.18	1.50	0.19	0.01	0.00
2004	4	1	BL	br3	2	1.35	0.03	0.38	2.55	0.09	0.02	0.00
2004	4	1	BL	br3	3	0.11	0.06	0.00	0.19	0.02	0.00	0.00
2004	4	1	BL	br3	4	0.22	0.03	0.72	1.26	0.14	0.08	0.14
2004	4	1	BL	br4	1	0.38	0.05	0.19	1.50	0.04	0.00	0.00
2004	4	1	BL	br4	2							
2004	4	1	BL	br4	3							
2004	4	1	BL	br4	4	0.14	0.08	0.10	0.45	0.00	0.00	0.00
2004	4	1	BL	br5a	1							
2004	4	1	BL	br5a	2							
2004	4	1	BL	br5a	3							
2004	4	1	BL	br5a	4	3.26	0.07	0.99	0.66	0.20	0.03	0.04
2004	4	1	BL	br5t	1	0.23	0.02	0.11	1.17	0.08	0.00	0.00
2004	4	1	BL	br5t	2							
2004	4	1	BL	br5t	3	1.53	0.06	0.03	0.73	0.03	0.00	0.00
2004	4	1	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(nm)						
2004	4	15	BL	br1	1							
2004	4	15	BL	br1	2	0.73	0.19	0.23	1.05	0.03	0.01	0.03
2004	4	15	BL	br1	3							
2004	4	15	BL	br1	4	0.44	0.02	0.18	0.93	0.04	0.01	0.01
2004	4	15	BL	br2	1							
2004	4	15	BL	br2	2	1.38	0.02	0.17	0.51	0.00	0.01	0.01
2004	4	15	BL	br2	3	0.71	0.37	0.18	0.70	0.08	0.03	0.13
2004	4	15	BL	br2	4	1.38	0.05	0.33	0.85	0.03	0.01	0.03
2004	4	15	BL	br3	1	0.28	0.01	0.18	1.11	0.03	0.01	0.00
2004	4	15	BL	br3	2	0.41	0.02	0.23	1.14	0.14	0.02	0.02
2004	4	15	BL	br3	3	0.68	0.02	0.35	1.68	0.06	0.02	0.01
2004	4	15	BL	br3	4	0.19	0.06	0.00	1.37	0.00	0.00	0.00
2004	4	15	BL	br4	1	0.75	0.02	0.18	0.38	0.05	0.03	0.13
2004	4	15	BL	br4	2	0.75	0.02	0.18	0.38	0.05	0.03	0.13
2004	4	15	BL	br4	3	0.84	0.10	0.25	1.16	0.01	0.02	0.03
2004	4	15	BL	br4	4	0.80	0.01	0.06	0.24	0.01	0.01	0.02
2004	4	15	BL	br5a	1							
2004	4	15	BL	br5a	2							
2004	4	15	BL	br5a	3							
2004	4	15	BL	br5a	4	0.65	0.07	0.09	0.59	0.03	0.03	0.03
2004	4	15	BL	br5t	1	1.78	0.02	0.21	0.93	0.03	0.02	0.10
2004	4	15	BL	br5t	2							
2004	4	15	BL	br5t	3							
2004	4	15	BL	br5t	4							
2004	4	29	BL	br1	1							
2004	4	29	BL	br1	2	0.73	0.19	0.23	1.05	0.03	0.01	0.03
2004	4	29	BL	br1	3							
2004	4	29	BL	br1	4	0.44	0.02	0.18	0.93	0.04	0.01	0.01
2004	4	29	BL	br2	1							
2004	4	29	BL	br2	2	1.02	0.02	0.48	1.85	0.05	0.01	0.03
2004	4	29	BL	br2	3	1.02	0.83	0.39	1.19	0.01	0.02	0.02
2004	4	29	BL	br2	4							
2004	4	29	BL	br3	1							
2004	4	29	BL	br3	2	0.38	0.04	0.20	1.32	0.13	0.02	0.00
2004	4	29	BL	br3	3							
2004	4	29	BL	br3	4	0.66	0.03	0.22	1.22	0.04	0.01	0.00
2004	4	29	BL	br4	1	0.46	0.15	0.36	1.30	0.10	0.02	0.03
2004	4	29	BL	br4	2							
2004	4	29	BL	br4	3							
2004	4	29	BL	br4	4							
2004	4	29	BL	br5a	1	0.98	0.02	0.09	0.52	0.02	0.00	0.00
2004	4	29	BL	br5a	2							
2004	4	29	BL	br5a	3							
2004	4	29	BL	br5a	4							
2004	4	29	BL	br5t	1	0.05	0.12	0.38	0.93	0.08	0.03	0.03
2004	4	29	BL	br5t	2							
2004	4	29	BL	br5t	3							
2004	4	29	BL	br5t	4							

year	month	date	parameter	species	replicate	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
						(ppm)						
2004	5	13	BL	br1	1							
2004	5	13	BL	br1	2							
2004	5	13	BL	br1	3	3.92	0.17	0.25	1.19	0.06	0.03	0.14
2004	5	13	BL	br1	4	0.86	0.07	0.41	2.55	0.11	0.01	0.00
2004	5	13	BL	br2	1							
2004	5	13	BL	br2	2	1.46	0.03	0.57	2.29	0.09	0.01	0.03
2004	5	13	BL	br2	3							
2004	5	13	BL	br2	4	1.63	0.28	0.39	1.83	0.05	0.02	0.03
2004	5	13	BL	br3	1	0.90	0.06	0.12	2.39	0.08	0.00	0.00
2004	5	13	BL	br3	2	0.80	0.11	0.24	1.78	0.21	0.03	0.01
2004	5	13	BL	br3	3							
2004	5	13	BL	br3	4							
2004	5	13	BL	br4	1	1.17	0.18	0.30	1.57	0.12	0.01	0.02
2004	5	13	BL	br4	2							
2004	5	13	BL	br4	3							
2004	5	13	BL	br4	4							
2004	5	13	BL	br5a	1	1.29	0.05	0.09	0.52	0.03	0.00	0.00
2004	5	13	BL	br5a	2	0.98	0.02	0.09	0.52	0.02	0.00	0.00
2004	5	13	BL	br5a	3							
2004	5	13	BL	br5a	4							
2004	5	13	BL	br5t	1	0.08	0.03	0.15	0.32	0.03	0.03	0.01
2004	5	13	BL	br5t	2	0.31	0.08	0.30	0.62	0.01	0.03	0.00
2004	5	13	BL	br5t	3	0.06	0.01	0.06	0.62	0.05	0.00	0.00
2004	5	13	BL	br5t	4	0.59	0.04	0.21	1.52	0.01	0.02	0.03
2004	5	28	BL	br1	1	1.16	0.02	0.08	0.56	0.02	0.01	0.02
2004	5	28	BL	br1	2	0.62	0.07	0.07	0.66	0.01	0.00	0.00
2004	5	28	BL	br1	3	1.02	0.02	0.06	0.60	0.02	0.00	0.01
2004	5	28	BL	br1	4							
2004	5	28	BL	br2	1	0.14	0.01	0.10	0.81	0.01	0.00	0.00
2004	5	28	BL	br2	2	0.34	0.17	0.20	1.64	0.01	0.00	0.00
2004	5	28	BL	br2	3	0.34	0.41	0.18	0.74	0.00	0.01	0.01
2004	5	28	BL	br2	4	0.77	0.09	0.11	0.47	0.01	0.01	0.00
2004	5	28	BL	br3	1	0.47	0.02	0.21	1.99	0.02	0.00	0.00
2004	5	28	BL	br3	2	0.28	0.02	0.12	0.95	0.12	0.02	0.00
2004	5	28	BL	br3	3	0.96	0.06	0.21	1.99	0.05	0.03	0.00
2004	5	28	BL	br3	4	1.07	0.02	0.12	0.95	0.00	0.00	0.00
2004	5	28	BL	br4	1	0.59	0.04	0.45	2.39	0.08	0.02	0.02
2004	5	28	BL	br4	2	0.84	0.09	0.45	2.58	0.08	0.04	0.09
2004	5	28	BL	br4	3							
2004	5	28	BL	br4	4	1.70	0.05	0.43	2.39	0.02	0.02	0.08
2004	5	28	BL	br5a	1	1.29	0.05	0.09	0.52	0.03	0.00	0.00
2004	5	28	BL	br5a	2	0.98	0.02	0.09	0.52	0.02	0.00	0.00
2004	5	28	BL	br5a	3							
2004	5	28	BL	br5a	4	0.98	0.02	0.09	0.52	0.02	0.00	0.00
2004	5	28	BL	br5t	1	0.08	0.03	0.15	0.32	0.03	0.03	0.01
2004	5	28	BL	br5t	2	0.31	0.08	0.30	0.62	0.01	0.03	0.00
2004	5	28	BL	br5t	3	0.06	0.01	0.06	0.62	0.05	0.00	0.00
2004	5	28	BL	br5t	4	0.59	0.04	0.21	1.52	0.01	0.02	0.03

