



Title	亜熱帯広葉樹林地からの流出成分に関する研究 (1) : 沖縄島北部の南明治山の場合(生産環境学科)
Author(s)	幸喜, 善福; 周, 亜明; 新垣, 隆; 大屋, 一弘
Citation	琉球大学農学部学術報告 = The Science Bulletin of the Faculty of Agriculture. University of the Ryukyus(38): 229-233
Issue Date	1991-12-04
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/3841
Rights	

亜熱帯広葉樹林地からの流出成分に関する研究 (1)

沖縄島北部の南明治山の場合

幸喜善福*・周 亜明**・新垣 隆***・大屋一弘*

Zenfuku KOKI, Amei SHU, Takashi ARAKAKI and Kazuhiro OYA : Studies on mineral composition of the discharge water from subtropical broad-leaved evergreen forestland (1)

A case of the Minami-meiji-yama in the northern part Okinawa Island

Summary

An investigation was carried out to find discharge characteristics of mineral nutrients from the subtropical broad-leaved evergreen forestland Minami-meiji-yama in the northern part of Okinawa Island. Determined were pH and such ions as chlorine, sulfate, calcium, magnesium, nitrate, and ammonium in the rain, throughfall and discharge water.

There was a linear correlation between the rainfall and the throughfall. However, the ionic concentrations of chlorine, sulfate, calcium, magnesium were 1.74, 1.64, 2.35, and 2.25 times higher in the throughfall than those in the rainfall, respectively. The ionic concentrations of the stem flow were generally lower than those of the throughfall.

The stem flow was about the same with the rainfall in the ionic concentrations except for ammonium and calcium, that were higher in the stem flow. For stream water, ionic concentrations of chlorine, sulfate, calcium and magnesium showed higher values than those for rainfall.

It was found that the proportion of nitrate nitrogen and ammonium nitrogen in inorganic nitrogen was about 8:2 in the discharge water that was a remarkably higher proportion than the reported as 6:4 in Shiga Prefecture.

本論文の要旨は1990年 日本林学会九州支部大会で発表した。

*琉球大学農学部生産環境学科

**当時農学部林学科、現在中国・中南林学院

***沖縄県林業試験場、現在北部林業事務所。琉球大学農学部学術報告 38 : 229~233 (1991)

緒 言

溪流へ流出する成分は、主として降雨によって樹冠層→樹幹流→中間流等を経て溪流に到達する。この場合にその過程における流出水の含有成分は常に変化することが考えられる。森林の水収支に関する研究は多いが、その質的な面、つまり流出水の含有成分等に関する研究はそう多くはない。しかも亜熱帯広葉樹林地における測定例はほとんどみられない。今回、沖縄島北部の亜熱帯広葉樹林地において林外雨、林内雨、樹幹流および渓流水等それぞれの含有成分について測定したのでその結果を報告する。

測定場所および方法

林外降雨、林内降雨、プロット内の全樹幹流および渓流水について、それぞれpH、塩素・硫酸・カルシウム・マグネシウム・硝酸態チッ素・アンモニア態チッ素の各イオン濃度を測定するために、沖縄県林業試験場南明治山試験地においてプロットを設定し、毎木調査を実施した。林外雨量は、伐採された気象観測用の露場に幅0.2m、長さ2m、高さ0.2mの長方形鉄板樋型雨量計4個を東西南北の方向に、高さ1.2mに設置して、自記電接計数器で計測した。また、これと近くの林内にも同様な長方形鉄板樋型雨量計を設置して林内降雨量を計測した。

一方、林外および林内には直径0.5m、高さ0.65mのポリ容器をそれぞれ固定して雨水を採取して成分濃度測定に用いた。また、6×6mのプロット内に生育する樹高1.2m以上の立木には、Fig. 1に示すようにして樹幹流を採集して自記電接計で計測すると同時にポリ容器に採取して成分濃度の測定に用いた。プロット内の立木概況はTable 1のようであり、本数的にはアデク、タイミンタチバナ、イタジイ、シイなどが多い。

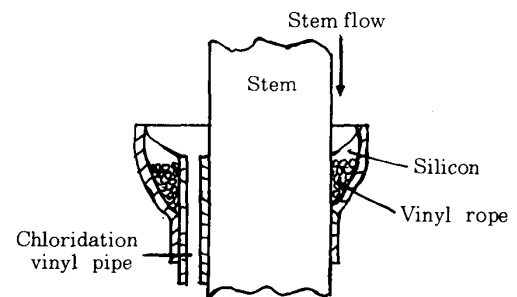


Fig. 1 Collection of stem flow

Table. 1 General characteristics of the standing trees in the plot (6×6m) of stem flow collection

Tree species (Japanes name)	Mean height (m)	Mean diameter(cm)	Number of standing tree	Percent of standing tree
Kobanmochi	8.20	7.87	3	6.0
Mochinoki	3.50	1.90	2	4.0
Itajii	8.88	11.15	8	16.0
Tabu	7.00	5.00	1	2.0
Shii	0.36	7.51	7	14.0
Adeku	3.62	2.36	9	18.0
Taimintachibana	3.18	2.02	9	18.0
Akamizuki	3.25	1.35	4	8.0
Mokutachibana	2.18	1.00	4	8.0
Ryukyumatsu	4.25	2.30	2	4.0
Haze	9.00	12.20	1	2.0
Mean and total	5.20	4.97	50	100

なお渓流水の採取は、沖縄県林業試験場の量水堰を利用した。この溪流は、流域面積24.75ha、流域形状係数0.143、流域平均幅188.2m、谷密度12.3km/km²、流域平均傾斜0.569、流域平均高度119.1mの流域特性をもっている¹⁾。また採水の成分分析は、pHはガラス電極pHメーターで、塩素・硫酸・カルシウム・マグネシウム・硝酸およびアンモニア態チッ素の各イオン濃度は分光光度計 (uvide-210)を用いる分光比色法によった⁴⁾。これらの測定は、昭和62年5月から昭和63年1月までの9ヶ月間である。

結果および考察

一般に林外雨量と林内雨量とは直線的な相関関係が知られている³⁾。本調査においては、雨外雨量と林内雨量および樹幹流下量の間には、Fig. 2のような相関にあり、次のような関係式が算出された。

$$すなわち、林内降雨量 Y_t = -0.723 + 0.421x \quad (n=35, r=0.94)$$

$$樹幹流下量 Y_s = -3.460 + 0.405x \quad (n=35, r=0.96) \text{ で、 } x \text{ は林外降雨量である。}$$

Y_t および Y_s が0のときの x の値が林内降雨、樹幹流下が生ずるのに必要な最小限の平均的な林外降雨量を示す³⁾とされている。

本調査地の林分では林内降雨が生ずるためには1.7mm以上、樹幹流下が生ずるためには8.5mm以上の林外降雨がなければ発生しないことになる。これらの雨量は、林内雨や樹幹流下を生ずる前に樹葉および樹枝、樹幹等をぬらして樹冠層に保持される水量である。したがって、森林に降った雨は樹冠の水の保持能力をこえると林内雨および樹幹流下水となって林床に達し、一部は樹冠に遮断され蒸発していく。このような雨水の林床に至るまでの各経路への区分を月別に示すと、Table 2 のようである。

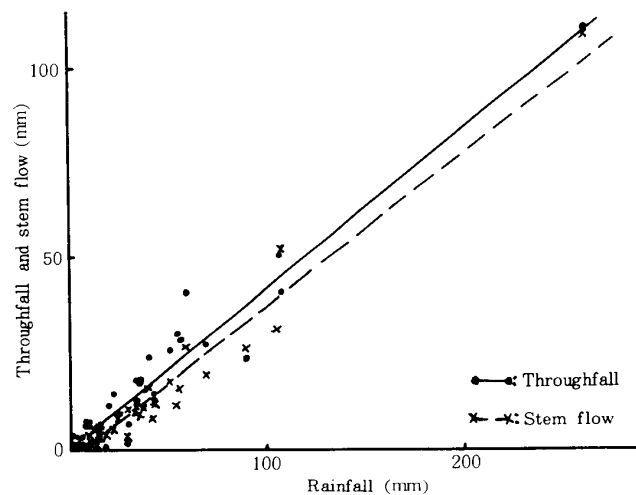


Fig. 2 Relationships of rainfall to throughfall and stem flow

この場合、Table 2 の林外雨量 (100%) に対する割合は、林内雨量においては43.8%で、樹幹流下量においては30.2%、樹冠遮断量においては26.0%である。これを滋賀県大津市におけるアカマツ・ヒノキ (針葉樹林) の混交林についてみると林内雨量が75.3%、樹幹流下量が3.6%、樹冠遮断量が21.1%である。また、林内降雨の生ずるのに必要

Table. 2 Monthly rainfall, throughfall, stem flow and interception loss (mm)

Period	Rainfall	Throughfall	Stem flow	Interception loss
May '87	10.50	4.00	2.28	4.22
Jun	403.00	181.25	150.86	70.89
Jul	55.63	28.13	11.47	16.03
Aug	48.75	28.13	11.19	9.43
Sep	208.55	89.75	71.80	47.13
Oct	116.95	51.21	31.59	34.15
Nov	118.66	41.36	21.79	55.51
Dec	168.23	53.51	46.71	68.01
Jan '88	85.49	55.11	19.11	11.27
Total	1215.76	532.27	366.80	316.69
Percentage	(100)	(43.8)	(30.2)	(26.0)

な最小限の林外降雨量は1.9mm以上で、同じく樹幹流下の生ずるのに必要な最小限の林外降雨量は7.5mm以上である³⁾。

これらの結果から、本土の針葉樹林と今回調査した広葉樹林を比較してみると、林外雨量に対する林内雨量の割合は小さいが、樹幹流下量の割合は顕著に高くなる。なお、林内雨および樹幹流下の起こる最小限の林外雨量は、林内雨については大き

な差はないが、樹幹流下については広葉樹林のほうが幾分多い。このように水の動きにともなって成分も流されたり吸収されたりして成分濃度はこの流動過程で変化していく。今回の測定期間における成分の平均濃度は、Table 3 のようであった。林外雨、林内雨および樹幹流については、月別水量を重みとして各月の平均濃度を加重平均した濃度であり、渓流水の平均濃度は9ヶ月間における35回の実測結果を算術平均した値である。

Table 3によれば無機態チッ素は、林外雨および林内雨においてほぼ同じであり、硝酸態チッ素以外はすべて林内雨のほうで濃度が高い。林内雨の塩素・硫酸・カルシウム・マグネシウムの各イオン濃度は林外雨のそれと比較して、それぞれ1.74倍、1.64倍、2.35倍および2.25倍も高く、特にカルシウム・マグネシウムイオン濃度は高い。また、樹幹流下水の濃度は、林内雨の値よりも全体的に低い。しかし、林外雨の値と比較して特にアンモニア態チッ素・カルシウムイオン濃度が1.59倍、1.92倍と高くなっている。渓流水の場合は、無機態チッ素は林外雨の0.97倍と低いが、その他の塩素・硫酸・カルシウム・マグネシウムイオン濃度においては約3.32倍、1.23倍、4.92倍および2.87倍とかなり高い値を示している。

成分の流出の面からみると降雨→林内雨（樹幹流）→表面流→中間流→溪流という経路である。この過程のなかで無機態チッ素以外の成分は低い降雨濃度から高い溪流濃度に変動していることは明らかであり、成分の流出濃度が流入濃度よりも高いことは水が土壌中や岩盤等の地下を通過する過程で、成分が溶脱する結果増加したものと考えられる。なお、一般に森林地からの水のカリ・カルシウム・マグネシウム・ナトリウムなどの濃度は雨水より高くなる。これはもともと岩石中にあるこれらのミネラルを少しずつ溶かし出すからである⁵⁾とされている。

本調査の南明治山と滋賀県²⁾における降雨および渓流水の平均成分濃度は、Table 4 のようであった。

Table. 3 Weighted mean values of pH and various ions (ppm) in the rainfall, throughfall, stem flow and stream water

ions	Rainfall	Throughfall	Stem flow	Stream water
lnorg .N	0.37	0.36	0.36	0.35
NO ₃ -N	0.30	0.27	0.25	0.28
NH ₄ -N	0.07	0.09	0.11	0.07
pH	5.51	5.81	6.15	7.33
Cl	6.90	11.99	6.08	22.88
SO ₄	7.58	12.44	8.13	9.30
Ca	0.71	1.67	1.36	3.49
Mg	0.32	0.72	0.39	0.92

Table. 4 Weighted mean values pH and various ions (ppm) in the rainfall and stream water in the Minami-meiji-yama of Okinawa Prefecture and in Siga Prefecture

ions	Rainfall		Stream water	
	Minamimeiji-yama	Siga Pr.	Minamimeiji-yama	Siga Pr.
pH	5.51 (5.16~5.97)		7.33 (7.23~7.42)	
NO ₃ -N	0.30 (0.04~0.65)	0.17 (0.05~0.24)	0.28 (0.11~0.55)	0.09 (0.06~0.12)
NO ₄ -N	0.07 (0.06~0.14)	0.10 (0.05~0.14)	0.07 (0.06~0.12)	0.03 (0.01~0.08)
Cl	6.90 (0.59~20.5)	2.15 (1.19~2.98)	22.88 (19.5~26.2)	3.39 (2.57~3.95)
Ca	0.71 (0.41~11.8)	0.25 (0.14~0.51)	3.49 (2.13~4.66)	2.34 (0.51~9.00)
Mg	0.32 (0.00~0.47)	0.11 (0.07~0.15)	0.92 (0.64~1.24)	0.65 (0.18~1.65)
SO ₄	7.58 (2.05~12.7)		9.30 (4.47~14.8)	

() ; Variation sphere of concentration

Table 4 によれば、林外雨の平均濃度はアンモニア態チッ素以外は、すべての成分において南明治山のほうが高い。なかでも塩素イオンの3.27倍とカルシウムイオンの3.09倍の含有量が多い。渓流水については、すべての成分において南明治山のほうが高く、特に塩素イオンの含有量は滋賀県の6.39倍と顕著である。これは樹種や林分構造、地形、地質および海岸線からの距離等による差異もあるであろうが、特に沖縄の場合は、海岸線からの距離が短く、台風や季節風などの潮風による影響が大きいものと思われる。例えば、昭和62年の台風6号および12号襲来時の林外雨の塩素濃度は29.97mg/ℓおよび9.11mg/ℓであった。大気中のカルシウム・マグネシウムおよび塩素イオンなどは遊離イオンが多く、これらが雨滴に吸収されて降雨とともに地上へ運ばれてくるためと考えられる。滋賀県²⁾の場合は、無機態チッ素（硝酸態チッ素+アンモニア態チッ素）の割合は約6：4であるのに対して沖縄の場合は、それが約8：2になり、圧倒的に硝酸態チッ素の割合が高くなる。

摘 要

本研究は、沖縄島北部の南明治山における亜熱帯広葉樹林地から流出するpH、塩素・硫酸・カルシウム・マグネシウム・硝酸態チッ素およびアンモニア態チッ素のイオン濃度について調査したものである。その結果を要約すると次のようである。

林外雨量と林内雨量の関係は、直線的な相関関係で示された。

林内雨量の塩素・硫酸・カルシウムおよびマグネシウムのイオン濃度は、林外雨量のそれと比較して、それぞれ1.74倍、1.64倍、2.35倍および2.25倍も高い値を示した。

樹幹流下水のイオン濃度は、林内雨量のイオン濃度より全体的に低い値を示したが、林外雨量のイオン濃度と比較して、特にアンモニア態チッ素とカルシウムイオン濃度の値が高かった。渓流水の場合は、林外雨量の値に比較して塩素・硫酸・カルシウムおよびマグネシウムのイオン濃度が高い値を示した。

また、滋賀県の場合は、無機態チッ素（硝酸態チッ素+アンモニア態チッ素）の割合は約6：4であるのに対して沖縄の場合は、それが約8：2となり、圧倒的に硝酸態チッ素の割合が高かった。

なお、測定および現地調査等にご協力と種々便宜をはかってくださった沖縄県林業試験場ならびに特に調査・測定にご協力いただいた上里栄真・井手雅樹・鬼丸忍・八重尾康介・下須雅寛・木村和人の本学部卒業生諸氏に心より謝意を表する。

引用文献

- 1) 新垣 隆 1986 日本林学会九支研論集, 38: 277~278
- 2) 吉良竜夫編 1987 水資源の保全 p78~96 京都 人文書院
- 3) 西村武二 1973 日林誌, 55: 323~332
- 4) 角皆静男 1972 雨水の分析 p84~106 東京 講談社