

# 沖縄島北部の広葉樹林地からの流出成分について

琉球大学農学部 幸喜 善福・周 亜明  
 沖縄県林業試験場 新垣 隆

## 1. はじめに

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くみられるが、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見られない。今回沖縄島北部の亜熱帯広葉樹林において林外雨、林内雨、樹幹流、渓流水等それぞれの含有成分について測定したので報告する。

## 2. 測定方法

林外・林内降雨、プロット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、硝酸態窒素、アンモニア態窒素等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、毎木調査を行った。林外雨は、伐採された気象観測用の露場に幅0.2m、長さ2m、深さ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、自記電接計数器で計測した。これと近くの林内にも同様な長方形雨量計を設置して林内雨を計測した。一方、林外と林内に直径0.5m、高さ0.65mのポリバケツをそれぞれ固定して雨水を採取し、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以上の立木に図-1に示すようにして樹幹流を採取して自記電接計で計測すると同時にポリバケツ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表-1のようであり、本数的にはアデク、タイミンクチバナ、イタジイが多い。

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<sup>1)</sup>。また

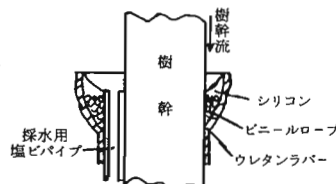


図-1 樹幹流下水採取略図

## 採水の成分分析

は、pHは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窒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。測定は、昭和62年5月～63年1月までの9ヶ月間である。

表-1 樹幹流採取区の立木概況

樹種名	平均樹高(m)	平均直径(cm)	本数(本)	割合(%)
コバンモチ	8.20	7.87	3	6.0
モチノキ	3.58	1.90	2	4.0
イタジイ	8.88	11.15	8	16.0
タブノキ	7.00	5.00	1	2.0
シイノキ	0.36	7.51	7	14.0
アデク	3.62	2.96	9	18.0
タイミンクチバナ	3.18	2.02	9	18.0
アカミズキ	3.25	1.35	4	8.0
モククチバナ	2.18	1.00	4	8.0
リュウキュウモチ	4.25	2.30	2	4.0
ハゼノキ	9.00	12.20	1	2.0
合計	5.20	4.97	50	100

## 3. 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おり<sup>2)</sup>、本調査においては林外雨量と林内雨量および樹幹流量の間には、図-2のような関係にあり、次のような関係式が算出された。すなわち、林内雨量 $Y_t = -0.723 + 0.421x$  ( $n = 35, r = 0.94$ )、樹幹流量 $Y_s = -3.460 + 0.405x$  ( $n = 35, r = 0.96$ )、 $x$ は林外雨量である。 $Y_t$ および $Y_s$ が0のときの $x$ 値が林内雨、樹幹流が生ずるのに必要な最小限の平均的な林外雨量を示す<sup>3)</sup>とされている。本調査地の林分では林内雨においては1.7mm以上、樹幹流においては8.5mm以上の林外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を生ずる前に樹葉および樹枝・幹等をぬらし、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水能力をこえると林内雨、樹幹流となり林床に達し、一部は樹冠に遮断され蒸発していく。こ

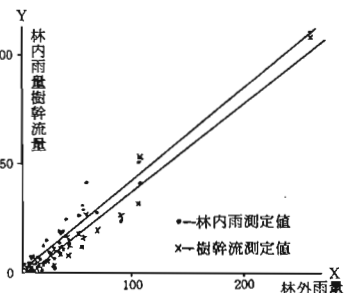


図-2 林外雨量と林内雨量及び樹幹流量の回帰直線

Zenfuku KOKI, Amei SHU (Col. of Agric., Univ. of the Ryukyus, Nishihara, Okinawa) and Takashi ARAKAKI (Okinawa Pref. Exp. Stn., Nago, Okinawa 905)  
 On the discharge of nutrients from broad-leaved evergreen forestland in the northern part of Okinawa island

表-2 月別林外雨・林内雨量・樹幹流量・遮断量 (mm)

期 間	林外雨量	林内雨量	樹幹流量	遮断量
昭62年5月	10.50	4.00	2.28	4.22
6月	403.00	181.25	150.86	70.89
7月	55.63	28.13	11.47	16.03
8月	48.75	28.13	11.19	9.43
9月	208.55	59.75	71.80	47.13
10月	116.95	51.21	31.59	34.15
11月	118.66	41.36	21.79	55.51
12月	168.23	53.51	46.71	68.01
63年1月	85.49	55.11	19.11	11.27
合 計	1215.76 (100%)	532.27 (43.8%)	366.80 (30.2%)	316.69 (26.0%)

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表-2のようである。表-2の林外雨(100%)に対する割合は、林内雨が43.8%、樹幹流は30.2%、樹冠遮断量が26.0%であり、これを滋賀県大津市<sup>3)</sup>におけるアカマツ・ヒノキ混交林についてみると、林内雨75.3%、樹幹流が3.6%、樹冠遮断量21.2%である。また、林内雨の生ずるのに必要な最小限の林外雨量は林内雨については1.9mm以上で、樹幹流下については7.5mm以上である。これらの結果から、本土の針葉樹林と今回の広葉樹を比較してみると、林外雨量に対する林内雨の割合は小さいが、樹幹流の割合は顕著に高い。なお林内雨、樹幹流の起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、樹幹流については広葉樹の方が幾分多い。

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わっていく。今回の測定期間の成分の平均濃度は、表-3のようであった。

表-3 各成分の平均濃度 (ppm)

イオン	林外雨	林内雨	樹幹流	渓流水
無機態窒素	0.37	0.36	0.36	0.35
NO <sub>3</sub> -N	0.30	0.27	0.25	0.28
NH <sub>4</sub> -N	0.07	0.09	0.11	0.07
PH	5.51	5.81	6.15	7.33
CI	6.90	11.99	6.08	22.88
SO <sub>4</sub>	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

水の平均濃度は9ヶ月にわたる35回の実測結果を算術平均した値である。表-3によると無機態窒素は、林外雨と林内雨においてはほぼ同じであり、硝酸態窒素以外はすべて林内雨の方で濃度が高い。林内雨の塩素・硫酸・カルウム・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、2.25倍も高く、とくにカルシウム・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が、しかし林外雨の値に比較してとくにアンモニア態窒素・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窒素は林外雨の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が、しかし林外雨の値に比較していくにアンモニア態窒素・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、無機態窒素は林外雨の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、2.87倍とかなり高い値を示している。

成分の流出からみると降雨→林内雨(樹幹流)→表面流→中間流→渓流という経路である。この過程のなかで無機態窒素以外の成分は低い降雨濃度から高い渓流水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や岩盤等の地下を通ってくる過程で、成分が溶脱する結果増加したものと考えられる。

表-4 南明治山・滋賀県の林外雨と渓流水の平均成分濃度 (ppm)

成分イオン	林外雨		渓流水	
	南明治山	滋賀県	南明治山	滋賀県
PH	5.51 (5.16~5.91)		7.33 (7.23~7.42)	
NO <sub>3</sub> -N	0.303 (0.04~0.65)	0.165 (0.05~0.23)	0.282 (0.11~0.55)	0.088 (0.06~0.12)
NH <sub>4</sub> -H	0.071 (0.06~0.14)	0.103 (0.05~0.14)	0.073 (0.06~0.12)	0.032 (0.01~0.08)
CI	6.902 (0.59~20.5)	2.113 (1.19~2.98)	22.878 (19.5~26.2)	3.401 (2.57~3.95)
Ca	0.710 (0.41~1.18)	0.230 (0.14~0.51)	3.486 (2.19~4.66)	2.338 (0.51~9.00)
Mg	0.320 (0.00~0.47)	0.125 (0.07~0.15)	0.924 (0.64~1.24)	0.650 (0.18~1.65)
SO <sub>4</sub>	7.58 (2.05~12.7)		9.301 (4.47~14.8)	

( ) は測定期間の濃度変動範囲

本調査の南明治山と滋賀県<sup>2)</sup>における降雨と渓流水の平均成分濃度は表-4のようであり、林外雨の平均濃度はアンモニア態窒素以外、はすべての成分において南明治山の方が高い。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方が高く、とくに塩素イオンの含有量は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、とくに沖縄の場合は、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<sup>3)</sup>の場合は、無機態窒素(硝酸態窒素+アンモニア態窒素)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、圧倒的に硝酸態窒素の割合が高くなる。

#### 4. おわりに

各成分イオン濃度についての月別変動や樹種による樹幹流下水の成分の差異等も測定したがいずれかの機会にご報告したいと考えている。

#### 引用文献

- (1) 新垣 隆：日林九支研論，38，277~278，1986
- (2) 吉良竜夫：水資源の保全，pp.78~96，人文書院，京都，1987
- (3) 西村武二：日林誌，55，323~333，1973