

落葉広葉樹林およびスギ・ヒノキ林における樹幹流量の推定方法の検討

片桐成夫

Studies on estimation of stem-flow in a deciduous broadleaved forest and a Sugi-Hinoki (*Cryptomeria japonica*-*Chamaecyparis obtusa*) stand

Shigeo KATAGIRI

Abstract Total amounts of stem-flow in a deciduous broadleaved forest and a Sugi-Hinoki stand were estimated by measuring the amount of all individual trees in both research sites. Total amounts of stem-flow for the measuring period were 58.9mm and 51.5 mm in the deciduous broadleaved forest and the Sugi-Hinoki stand, respectively. The rates of stem-flow to the rainfall at the open area were 3.0% and 3.4%, respectively. In order to estimate easily the amount of stem-flow, the sampling tree method was examined in both forests. The amount of stem-flow was closely related to those of both rainfall and through-fall. The coefficient of linear regression depended on tree size and rainfall. The equations between the amounts of stem-flow and rainfall, through-fall, and tree size (DBH and tree crown projection area) could be obtained by multiple regression analysis. The amounts of stem-flow estimated by using these equations were corresponded to the amount measured directly all individual trees in a deciduous broadleaved forest. However, the amount of stem-flow in a Sugi-Hinoki stand was not enough to estimate because of the low relationship between stem-flow and tree size.

Keywords: stem-flow, tree size, Sugi-Hinoki mixed stand, deciduous broadleaved forest,

1. はじめに

森林生態系内における降水による養分の負荷については物質循環の研究の中で、林外雨、林内雨の測定が古くから行われてきた(丸山ら1965, 岩坪ら1968, 西村1973)。林内雨は内部循環の経路の一つとして重視され、Kなどの溶脱されやすい物質は、リターフォールによる養分還元量よりも多いとされている(岩坪1968, 片桐1977)。樹幹流による養分還元量は量的に少ないことからほとんど測定されなかった。しかしながら、近年になって酸性雨が問題になってからは樹幹流が注目されるようになってきた。特にスギ、ヒノキなどの針葉樹では林外雨、林内雨に比べて樹幹流のpHが低く(佐々1992, 1993, 佐々ら1990)、広葉樹林では逆に樹幹流のpHは林外雨、林内雨に比べて高くなることが明らかにされている。スギ、ヒノキ林では樹幹流による H^+ の負荷によって樹幹を中心に

土壌の酸性化を引き起こし、森林の衰退につながるとされている(松浦1992, 松浦ら1990, 堀田1992)。酸性雨による影響を考える場合にはスギやヒノキのようにpHの低い樹幹流による水素イオンの負荷を正確にとらえることは重要である。

樹幹流の測定は個体間でバラツキがあり、量的に正確な測定には多くの個体を対象にする必要があり、多大の労力を要するため標準木を選んで測定されている場合がほとんどである。また、樹幹流は流量が多く、測定間隔を短くしない限りオーバーフローによる欠測がよく生じる。この問題を解決するために貯留タンクの容量を1000Lにしている場合もみられる(澤田ら1999)。しかし、傾斜の急な森林では最大でも50L程度のタンクにするのが現実的であり、測定間隔を短くする必要があるが調査地が遠隔地にある場合には限度がある。また、降雨は不規則なために測定間隔を短くしても、短時間の降雨で貯留タンクの容量を超えることが頻繁に起こる。そこで、欠

測値を正確に推定することが重要であり、林外雨量、林内雨量との関係から欠測値の推定について検討を行った。

また、年間降水量に占める樹幹流量の割合を求めるには、調査地内の全立木の測定が最適であるが、労力的にも非常に困難であり、標準木により推定せざるを得ない。これまでに樹幹流と個体サイズとの関係についてはいくつかの報告(片桐ら1997)があるが、未だに不十分といわざるを得ない。そこで、本研究ではプロット内の全木について樹幹流量を測定し、面積あたりの樹幹流量を求めるとともに、個体サイズと樹幹流量の関係から標準木測定による樹幹流量の推定が可能であるか否かの検討を行った。

2. 調査地および調査方法

調査地は島根大学生物資源科学部附属三瓶演習林獅子谷団地の5林班落葉広葉樹林および8林班スギ・ヒノキ人工林である。調査地の位置を地域気象観測地点とともに図1に示す。両林分に斜距離で10m×10mのコドラートを設置し、胸高直径4.8cm以上のすべての個体につき毎木調査を行い、樹種名、胸高直径、樹高を記録した。調査地の林分概況は表1に示すとおりである。

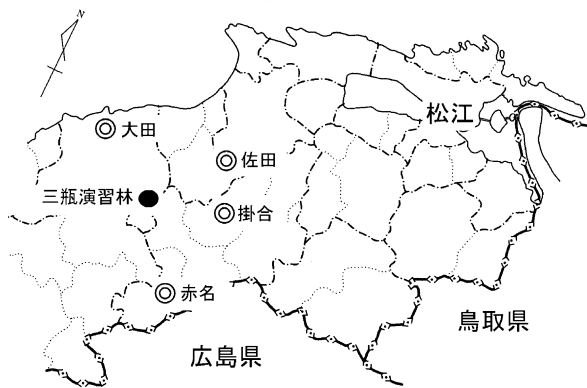


図1 調査地の位置図

表1 調査地の林分概要

	立木本数 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	胸高断面積 (m ² /ha)	枝下高 (m)	プロット面積 (m ²)
落葉広葉樹林	2030	14.1	11.2	43.9	5.5	98.6
スギ・ヒノキ林	1580	21.5	16.4	57.8	6.3	88.7

林外雨の測定は酸性雨モニタリング観測と同様の方法を用い、各林分に隣接する裸地に測定装置を1個ずつ設置した。林内雨はプラスチックローテ(直径21cm)を10Lポリタンクに接続した装置を各プロット10個ずつ

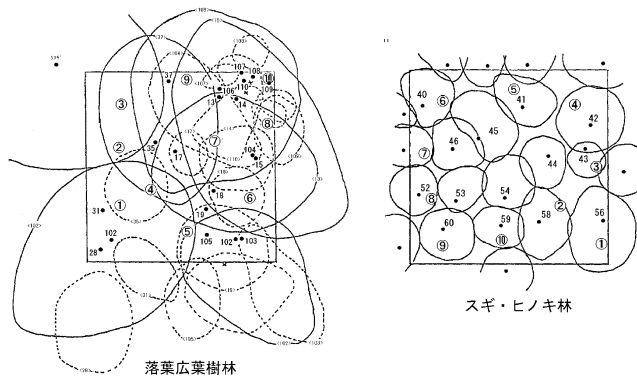


図2 調査地の樹冠投影図

表2 樹幹流測定木一覧

樹種	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	樹冠面積 (m ²)
13 アカシデ	21.6	25.0	14.8	48.4
14 アセビ	15.5	6.1	1.4	11.0
15 コナラ	27.1	19.5	7.1	74.2
17 ヤマザクラ	6.5	7.0	5.3	3.6
18 ハクウンボク	7.8	7.8	5.0	7.3
19 アカシデ	11.7	11.0	1.9	17.2
28 アカシデ	11.2	9.3	2.3	17.1
31 ヤマザクラ	7.3	7.0	3.0	7.9
35 エゴノキ	5.9	7.1	3.4	9.9
37 クリ	24.0	23.0	12.2	43.0
101 クリ	38.4	17.8	9.1	67.2
102 ミズキ	18.7	17.0	4.9	37.5
103 ミズキ	12.0	12.0	8.3	17.2
104 コナラ	16.7	19.5	14.2	21.2
105 アカシデ	4.6	6.7	5.4	9.8
106 アカシデ	19.5	13.5	5.4	66.7
107 アセビ	4.5	2.3	1.3	1.7
108 アセビ	6.6	2.5	1.2	2.6
109 ハクウンボク	5.0	5.1	3.0	7.6
110 アセビ	17.2	5.3	1.3	12.9
40 ヒノキ	23.5	16.0	7.3	6.0
41 スギ	21.9	16.2	5.0	6.6
42 ヒノキ	18.4	14.9	6.2	9.5
43 ヒノキ	18.3	14.5	6.2	2.7
44 スギ	20.6	15.0	6.1	5.4
45 ヒノキ	22.9	17.0	6.4	8.2
46 ヒノキ	23.1	16.7	7.0	5.7
52 スギ	19.2	14.0	6.1	5.2
53 スギ	19.9	18.5	5.7	4.3
54 スギ	21.8	17.8	5.0	6.2
56 スギ	27.0	19.0	7.1	12.0
58 スギ	23.5	18.5	6.6	7.9
59 スギ	19.8	15.0	7.2	6.2
60 スギ	20.7	17.0	6.9	6.2

ンダムに設置した。樹幹流はウレタンラバー巻き付け法を用い、表2に示した10*10mのプロット内の全個体(落葉広葉樹林20本, スギ・ヒノキ林14本)について測定を行った。貯留タンクは個体サイズに合わせて20Lから100Lとした。測定間隔は原則として2週間に1回とし、貯留タンクにあらかじめつけた4方向の目盛りを読みとり、平均値を貯留量とした。

3. 結果および考察

1) 林外雨量について

降水量は観測地点によってかなり異なり、特に山間部では地形など要因によって左右される。三瓶演習林では多根団地と調査地のある獅子谷団地の2地点で雨量計により降水量を観測しているため、それらを周辺の地域気象観測データと比較するために、掛合(N35°11.4', E132°49.1', 演習林から東14km), 赤名(N35°00', E132°42.9', 同南18km), 佐田(N35°12.8', E132°43.4', 同北東11km), 大田(N35°11.4', E132°30.3', 同北西13km)の4地点の降水量の平均値との関係を1997年4月から2000年12月までのデータについてみると、雨量計による多根団地の降水量は周辺地域の降水量とほぼ一致した。しかし、獅子谷団地の降水量は200mmまでは多根団地同様にほぼ一致するが、200mm以上の場合にかなり過小値を示し、獅子谷団地での貯留式雨量計内の貯留バケツを越えた雨が外バケツから漏水していたと考えられた。そこで、林外雨採水装置で測定した林外雨量と周辺4地点の平均降水量の関係を図3に示すと、いずれの場合も有意な相関が見られ、林外雨量は地域の降水量と対応していた。以後の検討には林外雨量を用いることにした。

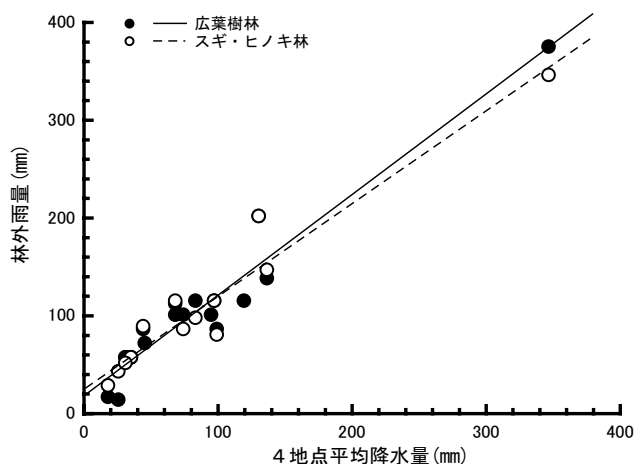


図3 周辺地域気象観測4地点平均降水量と林外雨量との関係

2) 林外雨量と林内雨量の関係

スギ・ヒノキ林および落葉広葉樹林における林内雨量はそれぞれ10点で測定した結果、林内での配置によるバラツキは、変動係数でスギ・ヒノキ林9.0~36.7(全期間9.7)%、落葉広葉樹林14.2~51.1(17.3)%と一部降水量の少ない時を除き小さく、平均値で代表することが可能であった。そこで、林内雨量の平均値を用いて林外雨量との関係を図4に示した。スギ・ヒノキ林、落葉広葉樹林ともに両者の間には高い相関が認められ、図中に示したように直線回帰が可能であった。同様の関係はこれまで多くの研究(村井ら1988, 水谷ら1991, 王ら1991)で報告されており、林内雨量は林分ごとに樹冠閉鎖度、樹種によって決まる。2つの回帰直線を比較すると、落葉広葉樹林の方が、林外雨量に対する林内雨量が多い傾向にあった。また、測定期間中(両林分で期間は異なるが)の総林外雨量に対する林内雨量の割合はスギ・ヒノキ林で67.9%、落葉広葉樹林で79.1%と、落葉広葉樹林で林内雨量の割合が高かった。落葉広葉樹林の測定期間は開葉前および落葉後を含んでいるため林内雨量の割合が高くなったと考えられる。1降雨ごとに測定を行っていないために初期遮断量を比べることはできないが、樹冠による遮断、蒸発量はスギ・ヒノキ林の方が多いと考えられる。

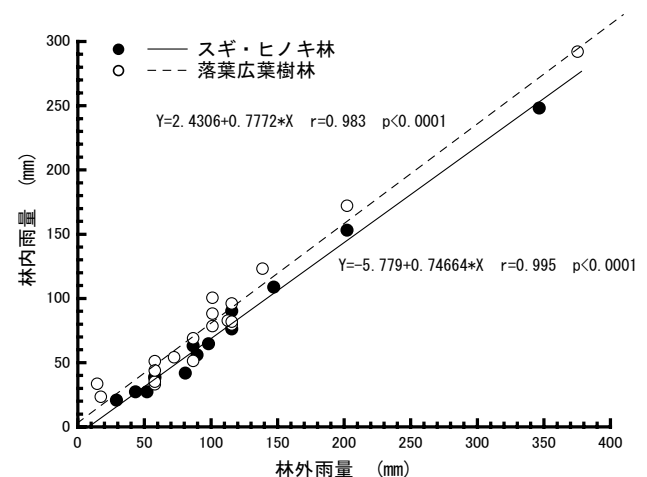


図4 スギ・ヒノキ林および落葉広葉樹林における林外雨量と林内雨量の関係

3) 林外雨量、林内雨量と樹幹流量の関係

樹幹流量は個体サイズ、樹種などによって左右されるためにバラツキが大きくなる。貯留タンクの容量を個体に応じて変える必要がある。一般には20~50L程度のものがよく用いられるが、1000L以上のものを用いている場合もある(澤田ら, 1999)。しかし、傾斜地の林内では大きな貯留タンクを設置することは困難であるから、本研究では貯留タンクの容量を最大100Lとして個体のサイズ

表3 林外雨量と樹幹流量の関係の相関係数

No.	樹種	相関係数
13	アカシデ	0.741 **
19	アカシデ	0.628 *
28	アカシデ	0.639 *
105	アカシデ	0.601 **
106	アカシデ	0.730 *
14	アセビ	0.901 ***
107	アセビ	0.897 ***
108	アセビ	0.803 ***
110	アセビ	0.722 **
35	エゴノキ	0.808 **
37	クリ	0.624 *
101	クリ	0.457
15	コナラ	0.621 *
104	コナラ	0.854 ***
18	ハクウンボク	0.574 *
109	ハクウンボク	0.913 ***
102	ミズキ	0.686 **
103	ミズキ	0.560 *
17	ヤマザクラ	0.866 ***
31	ヤマザクラ	0.822 ***
41	スギ	0.731 **
44	スギ	0.714
52	スギ	0.646 *
53	スギ	0.830 *
54	スギ	0.679
56	スギ	0.794 *
58	スギ	0.741 *
59	スギ	0.714
60	スギ	0.762 *
40	ヒノキ	0.329
42	ヒノキ	0.860 ***
43	ヒノキ	0.897 ***
45	ヒノキ	0.764 **
46	ヒノキ	0.494

落葉広葉樹林

スギ・ヒノキ林

に合わせてタンク容量を変えた。

林外雨量と樹幹流量の関係をスギ・ヒノキ林，落葉広葉樹林についてそれぞれ4個体を選んで図5に示した。両者の関係は村井ら(1988)，水谷ら(1991)が示しているように，樹幹流量は林外雨量に左右され，個体ごとに直線回帰が可能であった。表3に示したように落葉広葉樹林の場合には1個体を除いて高い相関を示したが，スギ・ヒノキ林については6個体で有意な相関を示さなかった。また，個体サイズが大きくなるほど欠測も増える傾向にあるが，図5の中に示したように，回帰直線の傾き

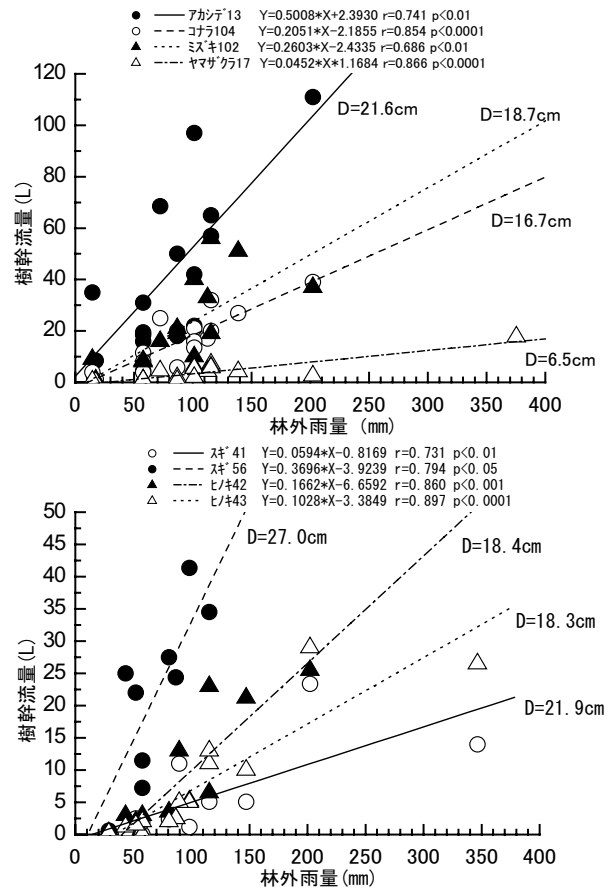


図5 林外雨量と樹幹流量の関係

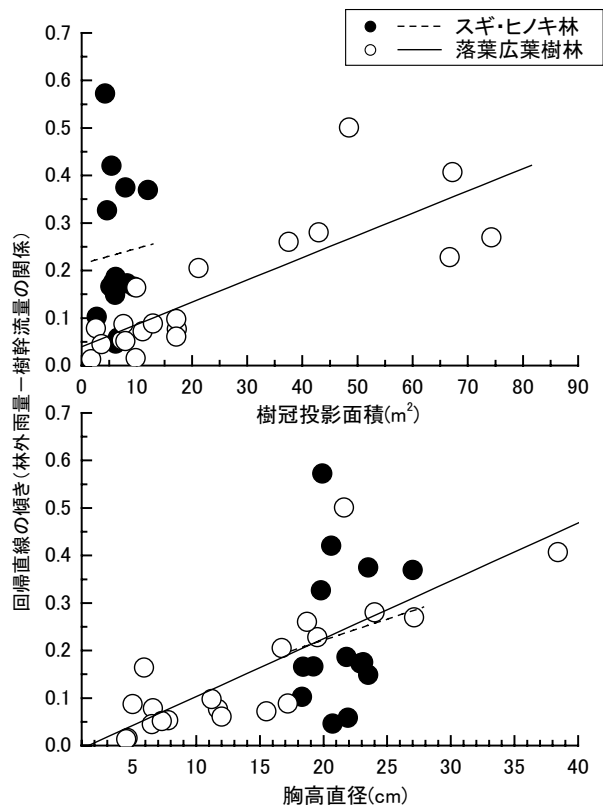


図6 林外雨量—樹幹流量の回帰式の傾きと個体サイズの関係

は調査木の直径に依存して大きくなる傾向が認められる。そこで、図6に個体の直径、樹冠投影面積と回帰式の傾きとの関係を示した。落葉広葉樹林の場合、直線の傾きは直径、樹冠投影面積の増大に伴って大きくなる傾向が認められた。しかし、スギ・ヒノキ林の場合は有意な関係を示さなかった。

また、林内雨量と樹幹流量の関係も林外雨の場合と同様に5%水準ではほぼ有意な相関を示し、回帰式の傾きと個体サイズの関係も直径、樹冠面積の増大にともなって大きくなる傾向を示した。以上のように樹幹流量は林外雨量、林内雨量と有意な相関を持ち、個体サイズにも左右されることが落葉広葉樹で顕著であった。スギ・ヒノキについては調査地内での個体サイズの範囲が小さいために落葉広葉樹のように顕著な関係が見られなかった。この点は小径木や大径木を含めて測定することによって解決できるであろう。

4) 樹幹流量と個体サイズとの関係

樹幹流量は枝葉によって捕捉された降水が枝を、幹を

伝って流下してくるため、樹冠量に左右されると考えられる。この場合個体の枝葉量を用いると有意な相関が得られると考えられるが、調査対象木の枝葉量を測定することは観測継続中には不可能である。一般に個体の枝葉量は直径、 D^2H との間に相対成長関係が成り立つので、これらを変数として用いることが可能である。従って、枝葉量の変わりに直径を用いることが可能であり、片桐ら(1977)は樹種に関係なく直径、 D^2 の増加に伴って樹幹流量が増加すると報告している。また、Aboalら(1999)は樹幹流量が常緑広葉樹で直径、胸高断面積と高い相関を示すとしている。また、樹冠投影面積も正確な樹冠投影図の作成が必要であるが、枝葉量を反映する1つの要因と考えられており、樹幹流量を樹冠投影面積で除して雨高換算している場合が多い(高瀬ら1980,1981,村井ら1988)。そこで直径と樹冠投影面積との関係について検討を行った。

本研究において樹幹流量がオーバーフロー等により欠測となったデータを林外雨量との関係から推定した後、個体のサイズと樹幹流量の関係について検討を行った。図

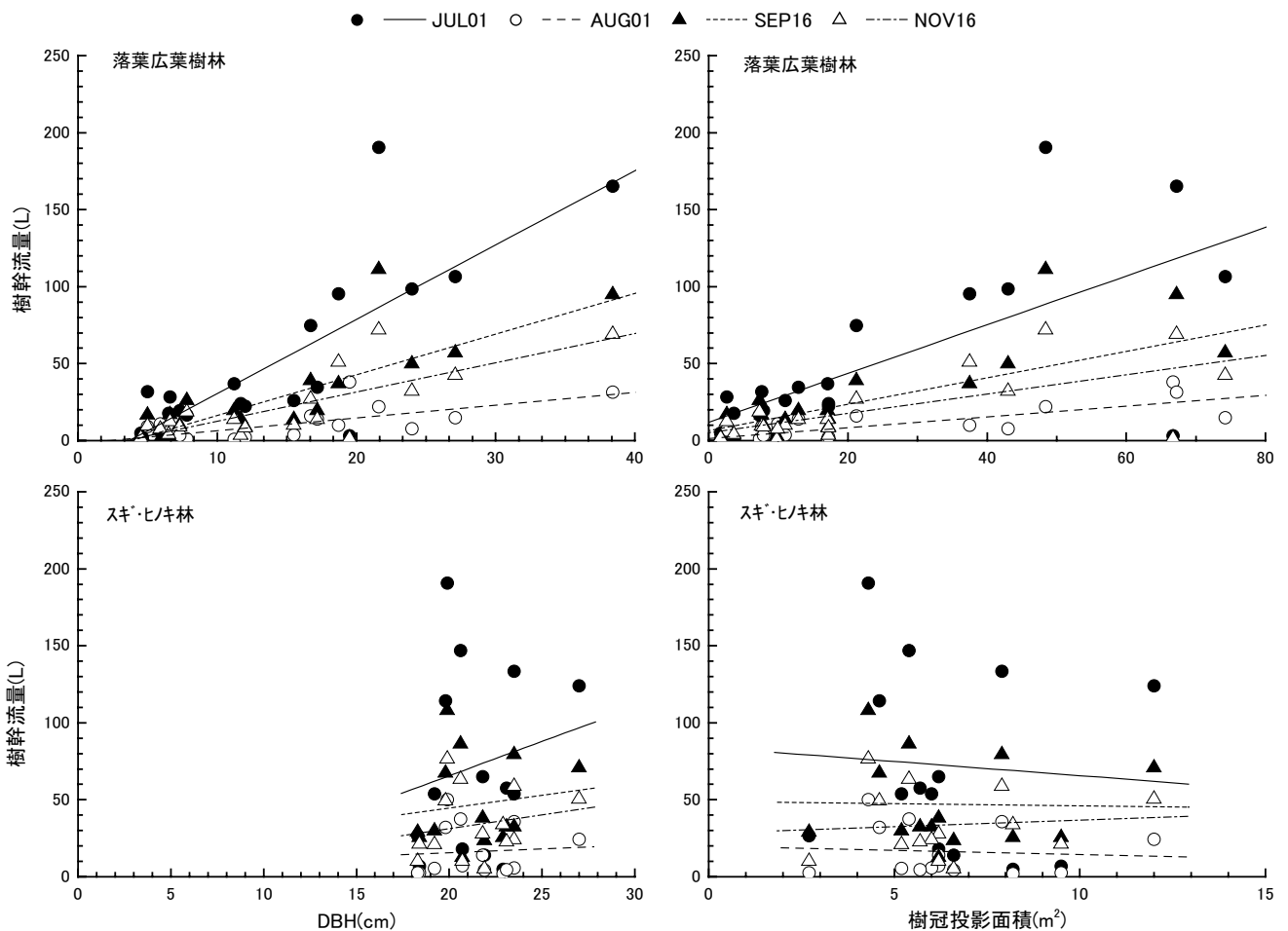


図7 測定木の個体サイズと樹幹流量の関係

7に直径および樹冠投影面積と樹幹流量との関係をいくつかの調査日について示した。落葉広葉樹林では樹種の違いに関係なく個体サイズの増大に伴って樹幹流量が増加し、直線回帰をすることができた。これに対してスギ・ヒノキ人工林ではごく一部の採水日でのみ有意な関係がみられたが、大半は直線回帰をすることが出来なかった。これは本研究のスギ・ヒノキ林では測定木の直径階の範囲が狭かったこと、樹冠が被圧により偏っていたこと、樹形が広葉樹と異なっていることなどが原因として考えられる。石垣(1995)は針葉樹の場合葉面に水滴が保留されるために幹への移行がスムーズでないために樹幹流量にバラツキが大きくなると指摘している。また、中北ら(1986)はスギ、ヒノキの場合は樹冠投影面積と樹幹流量には関係がないとしており、広葉樹林に比べて推定は難しいとも考えられる。

落葉広葉樹林の場合は、調査日ごとに求めた個体サイズと樹幹流量の関係は、林外雨、林内雨の増加につれて回帰直線の傾きが大きくなる傾向が認められ、その傾きは林外雨量、林内雨量と有意な関係を示した。スギ・ヒノキ林の場合には上述したように個体サイズと樹幹流量の間には有意な相関は認められない場合が多かった。

以上のように樹幹流量は個体のサイズと降雨量の2つの要因によって左右されており、樹幹流量の推定には2変数による重回帰をおこなう必要がある。そこで、個体サイズとしてDBHおよび樹冠投影面積を、降雨量として林外雨量および林内雨量を用いて、重回帰分析をおこなった。但し、樹幹流量が欠測となった場合のデータは解析から除外した。その結果、(1)~(8)式に示すように落葉広葉樹林ではいずれの場合も1%水準で有意な関係が得られ、樹幹流量を個体サイズと降水量から推定することができる。スギ林では樹冠投影面積を変数とした場合に1%水準で有意な関係を示さなかったが、胸高直径を用いることで落葉広葉樹林と同様に推定することは可能である。

落葉広葉樹林(林外雨)

$$SF = -11.9036 + 0.0891 * OP + 1.2036 * DBH \dots (1)$$

$$r^2 = 0.408 \quad P < 0.0001$$

$$SF = -6.3857 + 0.0874 * OP + 0.4839 * CPA \dots (2)$$

$$r^2 = 0.443 \quad P < 0.0001$$

落葉広葉樹林(林内雨)

$$SF = -12.8971 + 0.1236 * TF + 1.2138 * DBH \dots (3)$$

$$r^2 = 0.425 \quad P < 0.0001$$

$$SF = -7.3714 + 0.1219 * TF + 0.4882 * CPA \dots (4)$$

$$r^2 = 0.461 \quad P < 0.0001$$

スギ・ヒノキ林(林外雨)

$$SF = -15.768 + 0.0454 * OP + 1.1523 * DBH \dots (5)$$

$$r^2 = 0.101 \quad P = 0.0009$$

$$SF = 6.5117 + 0.0400 * OP + 0.4224 * CPA \dots (6)$$

$$r^2 = 0.054 \quad P = 0.0271$$

スギ・ヒノキ林(林内雨)

$$SF = -15.5866 + 0.0632 * TF + 1.1596 * DBH \dots (7)$$

$$r^2 = 0.098 \quad P = 0.0012$$

$$SF = 6.8423 + 0.0548 * TF + 0.4241 * CPA \dots (8)$$

$$r^2 = 0.050 \quad P < 0.0341$$

SF: 樹幹流量(L) OP: 林外雨量(mm) TF: 林内雨量(mm) DBH: 胸高直径(cm) CPA: 樹冠投影面積(m²)

また、樹幹流量に欠測が生じた場合のデータを前述のように林外雨量との関係から推定した結果を用いて、重回帰分析を行った場合はいずれの場合にも1%水準で有意な関係が得られ、個体サイズと降水量から樹幹流量を推定することが可能であった。

5) 樹幹流量の推定

本研究ではプロット内の全個体の樹幹流量を測定したので、測定期間中の樹幹流量の合計値を求め、樹幹流量をプロット面積で除することにより雨高換算を行った。但し、プロット内に樹幹がある場合は樹冠がプロット外へはみ出している場合も、その樹幹流はプロット内に入るものとした。落葉広葉樹林の樹幹流量は58.9mm、スギ・ヒノキ林の樹幹流量は51.5mmで、それぞれ期間中の降水量(林外雨量)の3.0%、3.4%を占めていた。

前節で樹幹流量は林外雨、林内雨と有意な関係を示すとともに個体サイズに影響を受けることを明らかにした。また、調査地内の全個体の測定データを用いて、個体サイズと林外雨量または林内雨量を変数とする重回帰式で樹幹流量を推定することが可能であることを示した。しかし、林分内の全個体の樹幹流量を測定することは労力的にも大変であり、可能な限り少ない個体数で推定できることが理想的である。そこで、本研究で測定した個体の一部を標準木として選び、重回帰式を求めて樹幹流量を推定し、全木測定による推定および全木実測値と比較検討した。

標準木を選ぶにあたっては樹種および直径分布を考慮し、落葉広葉樹林についてはNo.13, 15, 17, 35, 102, 104, 107の7本を、スギ・ヒノキ林についてはNo.41, 42, 43, 45, 56, 58の6本とした。重回帰分析の結果以下の式が得られた。

落葉広葉樹林（林外雨）

$$SF = -16.2864 + 0.1467 * OP + 1.4482 * DBH \dots (9)$$

$$r^2 = 0.442 \quad p < 0.0001$$

$$SF = -19.2309 + 0.1468 * OP + 0.4831 * CPA \dots (10)$$

$$r^2 = 0.427 \quad p < 0.0001$$

落葉広葉樹林（林内雨）

$$SF = -17.4718 + 0.1996 * TF + 1.4494 * DBH \dots (11)$$

$$r^2 = 0.470 \quad p < 0.0001$$

$$SF = -10.6015 + 0.2016 * TF + 0.4859 * CPA \dots (12)$$

$$r^2 = 0.458 \quad p < 0.0001$$

スギ・ヒノキ林（林外雨）

$$SF = -34.4132 + 0.0577 * OP + 1.8838 * DBH \dots (13)$$

$$r^2 = 0.261 \quad p < 0.0001$$

$$SF = -2.9240 + 0.0506 * OP + 1.2898 * CPA \dots (14)$$

$$r^2 = 0.156 \quad p = 0.0034$$

スギ・ヒノキ林（林内雨）

$$SF = -34.8003 + 0.0841 * TF + 1.9090 * DBH \dots (15)$$

$$r^2 = 0.267 \quad p < 0.0001$$

$$SF = -2.8086 + 0.0729 * TF + 1.2996 * CPA \dots (16)$$

$$r^2 = 0.159 \quad p = 0.0030$$

SF：樹幹流量 (L) OP：林外雨量 (mm) TF：林内雨量 (mm) DBH：胸高直径 (cm) CPA：樹冠投影面積 (m²)

これらの (9)~(16) 式および前述した (1)~(8) 式を用いて、林外雨量、林内雨量および個体サイズからプロット全体の樹幹流量を推定し、表 4 に実測値とともに示した。

表 4 樹幹流量の推定方法による比較 (単位 mm)

推定方法	落葉広葉樹林	スギ・ヒノキ林
林外雨(OP)実測	1986.4	1521.5
林内雨(TF)実測	1572.2	1032.9
全木実測	58.9	51.5
全木推定(重回帰, OP, DBH)	55.4	30.7
全木推定(重回帰, OP, CPA)	55.7	30.0
全木推定(重回帰, TF, DBH)	47.9	27.2
全木推定(重回帰, TF, CPA)	48.4	26.9
標準木推定(重回帰, OP, DBH)	75.0	27.2
標準木推定(重回帰, OP, CPA)	68.7	24.1
標準木推定(重回帰, TF, DBH)	62.7	22.7
標準木推定(重回帰, TF, CPA)	56.3	20.2
測定期間	3/18~12/27	5/31~12/27
標準木個体番号	13, 14, 15, 17, 18, 102, 107	43, 45, 52, 54, 56

落葉広葉樹林と、スギ・ヒノキ人工林とでは測定期間が異なるので両林分の樹幹流量の年間量は比較できない

が、推定方法の違いによる比較が可能となる。落葉広葉樹林では、全木実測法で 58.9 mm であったのに対して、推定値は一方の変数に林外雨を用いた全木推定では 55.4~55.7 mm と他方の変数に胸高直径、樹幹投影面積のいずれを用いても大きな違いはなく、実測値ともほぼ同じであった。一方の変数に林内雨量を用いた場合も他方の変数に胸高直径、樹幹投影面積のいずれを用いても 47.9~48.4 mm と大きな違いはないが、実測値と比べると 20% 程度少なくなった。標準木推定では林外雨量を変数に用いた場合 68.7~75.0 mm と実測値より多くなったが、林内雨量を用いた場合は 56.3~62.7 mm と実測値とほぼ同じになった。一方、スギ・ヒノキ林では、全木測定法で 51.5 mm であったのに対して、全木推定では 26.9~30.7 mm と林外雨、林内雨、DBH、樹幹投影面積のいずれの組み合わせでも実測値より過小評価となった。また、標準木推定でも 20.2~27.2 mm と全木測定約 5 割以下と大きな過小評価となった。

落葉広葉樹林の場合、樹幹流量は個体サイズと間に密接な関係が見られることが、推定の精度を高くしたと考えられる。しかし、樹冠投影面積を変数に用いた場合樹幹流量がやや過小評価になったことから、個体サイズとして樹冠投影面積を用いる場合はその面積の測定精度を高めることが重要である。一方、スギ・ヒノキ人工林では個体サイズが比較的揃っており、直径の範囲が小さいことや林分の密度管理により樹冠の形状に偏りが生じるなどが原因で樹幹流量と個体サイズに密接な関係が見られなかったため、2 変数を用いた樹幹流量の推定は十分な結果とならなかった。この点については大径木の樹幹流量のオーバーフローによる欠測の問題とともにさらなる検討の必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり生態環境科学科森林環境学講座専攻生釜屋悦子さんには調査に多大な協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

引用文献

- Aboal, J. R., Morales, D., Hernandez, M., Jimenez, M. S. (1999) The measurement and modelling of the variation of stemflow in a laurel forest in Tenerife, Canary Islands. *J.Hydrol.* 221(3/4): 161-175.
- 堀田庸 (1992) 特別講演 酸性雨の現状と森林への影響

- 研究の現状，スギ林の衰退を中心として—．日林
関東支論 43: 1-6
- 石垣逸朗（1995）樹木の形態諸因子が樹幹流におよぼす
影響について．日林論 106: 483-486
- 石垣逸朗，塚本良則（1991）樹木特性が遮断量・樹幹流
下量・樹冠内滴下量に与える影響について，日林論
102: 599-602
- 岩坪五郎・堤利夫（1968）森林内外の降水中の養分量に
ついて（第2報），京大演報 39: 110-124
- 片桐成夫・石井弘・三宅登・星野芳寿・目崎修康（1977）
三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関
する研究（V）林内の降水量および養分量．島根大
農研報 11: 73-80
- 丸山明雄・岩坪五郎・堤利夫（1965）森林内外の降水虫
の養分量について（第1報）．京大演報 36: 25-39
- 松浦陽次郎（1992）樹幹流と土壤の酸性化の実態，森林
立地 34(1): 20-25
- 松浦陽次郎，堀田庸，荒木誠（1990）関東地方における
スギ林表層土壤の pH 低下．森林立地 32(2): 65-69
- 水谷完治，清水晃，竹下幸（1991）コジイ林とコナラ林
における樹冠遮断について．日林九支論 44: 199-200
- 村井宏，竹内信治，金宏明（1988）広葉樹天然林と針葉
樹人工林の地上到達雨量の比較．日林論 99: 613-614
- 中北埋，葛山秀一，竹下敬司（1986）スギ・ヒノキ林の
樹幹流下量と枝葉付着分量について．日林論 97: 529
-530
- 西村武二（1973）山地小流域における養分物質の動き．
日本林学会誌 55(11): 323-333
- 王寧，生原喜久雄，相場芳憲（1991）樹冠量の調節がス
ギ幼齢林土壤への塩基の付加に及ぼす影響．日林誌
73(2): 118-127
- 佐々朋幸（1992）樹幹流の性質とその役割—落葉広葉樹
を対象とした調査結果より—．森林総研所報 49: 4-5
- 佐々朋幸，後藤和秋，長谷川浩一，池田重人（1990）盛
岡市周辺の代表的森林における林外雨，林内雨，樹
幹流の酸性度ならびにその溶存成分—樹種による樹
幹流の pH 固有値—，森林立地 32(2): 43-58
- 澤田智志・石田秀雄（1999）スギ，ブナ等多樹種混交林
での雨水，樹幹流および土壤水の動態．日林学術講
110: 597-598
- 高瀬恵次，江崎次夫（1980）岩屋小屋森林理水総合試験
地における林内雨量，樹幹流下雨量の測定．愛媛大
演報 17: 127-131
- 高瀬恵次，江崎次夫（1981）岩屋小屋森林理水試験地に
おける林外雨量と林内雨量，樹幹流下雨量の關係に
ついて．愛媛大演報 18: 185-189