

(論 文)

主な落葉広葉樹樹幹流の酸性度とヤマナラシ樹幹流による
 土壌酸性化抑制機能*

高橋忠幸

Acidity of stem flow in main broad-leaved tree species and suppression of soil acidification by
 Aspen (*Populus siebolii* MIQ. × *P. grandentata* MICHX.)

Tadayuki TAKAHASHI

要 旨

盛岡市周辺地域に多く自生または植栽されている落葉広葉樹30種の樹幹流を採取し、溶存陽イオンを分析した。広葉樹樹幹流のpH値は、4.8以上がほとんどであった。オニグルミ、センノキ、ブナ、ヤマナラシ、ユリノキなどは降雨水の酸性緩和力が強く、逆にオオヤマザクラ、コバノヤマハンノキ、ホオノキなどではむしろ酸性を強める傾向がみられた。また、樹幹流の酸性度が最も弱かったヤマナラシに注目し、スギと林分が隣接している場所で根元周辺の表層土壌を採取、分析し酸性化抑制の実態を把握した。その結果、スギの根元周辺土壌では酸性度が強くなっているのに対しヤマナラシでは根元に近いほど酸性度が緩和されていた。さらに、樹幹流を使用した土壌の人工暴露試験を行ったところ、黒色土の下層土に対して樹幹流の塩基組成が影響を及ぼしているという結果が得られた。

Acidity of stem flow was measured for 30 kinds of deciduous broad-leaved trees distributed naturally or artificially around Morioka City, Iwate Prefecture. As the results of that, as tree species with high pH value, *Juglans ailantifolia*, *Kalopanax pictus*, *Fagus crenata*, *Populus sieboldii*, *Liriodendron tulipifera* were listed. *Prunus sargentii*, *Alnus inokumae*, *Magnolia obovata*, vice versa. Soil chemical analysis were carried out for surface soils at the foot of tree. As the results of that, acidity of stem flow influenced on soil acidification. Soil chemical analysis were carried out for black soil washed artificially by different tree species' stem flow. As the results of that, bases in stem flow influenced on the suppression of soil acidification.

キーワード

広葉樹、樹幹流、表層土壌、(陽)イオン交換、暴露試験

目 次

はじめに	18	3.1 試験方法	24
1 落葉広葉樹30種の樹幹流酸性度	18	3.2 結果と考察	24
1.1 調査・分析方法	18	4 まとめ	26
1.2 結果と考察	18	4.1 落葉広葉樹30種の樹幹流酸性度	26
2 ヤマナラシの土壌酸性化抑制の実態	21	4.2 ヤマナラシの土壌酸性化抑制の実態	26
2.1 調査・分析方法	21	4.3 樹幹流による人工暴露試験	26
2.2 結果と考察	22	謝 辞	26
3 樹幹流による人工暴露試験	24	引用文献	26

*本論文の内容は、第44回日本林学会東北支部大会⁷⁾、第45回日本林学会東北支部大会¹⁾および第105回日本林学会大会¹⁴⁾で口頭発表したものに加筆、総合したものである。

はじめに

酸性雨と森林衰退に関する研究が進むにつれて、樹体に接触した雨水（林内雨、樹幹流）と森林土壌との関係が注目され、ここ数年来、樹種ごとの樹幹流に関する調査・研究が盛んになってきている^{2,3,6,7,9,10,15}。そのうち、佐々ら¹⁰は盛岡市周辺の代表的森林における樹種別樹幹流を集中的に調べ、“樹幹流のpH値は降雨水のpH値とは直接関係なく、樹種ごとに特有な値域へ収斂する”事実を明らかにしている。

一方、樹幹流が長年流入することにより、スギの根元土壌では酸性化が促進され⁵、逆にセンノキ、ユリノキ、オニグルミの根元土壌では酸性化が抑制される^{11,12}というように根元周辺の土壌の化学性を変化させていることも明らかになってきた。これは、樹幹流中に含まれる高濃度の溶存塩基が根元付近の土壌に接触することによって、交換性塩基の組成や量を変化させていると考えられ、このような機能を持った樹種を酸性雨被害の危険地域へ植栽することによって土壌酸性化の緩和が期待される。

こうした背景から、降雨水の酸性緩和力を持つ樹種の検索を行うためまず盛岡市周辺地域に多く自生あるいは植栽されている落葉広葉樹に的を絞って樹幹流の採取と分析を行い、樹種ごとの樹幹流中の溶存陽イオンの実態について調べた。つぎに、広葉樹樹幹流の中でも最も酸性の弱いヤマナラシに注目し、根元周辺の表層土壌に対する酸性化抑制機能を隣接しているスギ林と比較、検討した。さらに、土壌への樹幹流の影響を明らかにするために、数種類の樹幹流で土壌を繰り返し抽出する実験を行った。

1 落葉広葉樹30種の樹幹流酸性度

1.1 調査・分析方法

調査対象木は、森林総合研究所東北支所構内および同支所好摩実験林内、岩手大学滝沢演習林内、岩手県林業技術センター滝沢試験地内、(株)共立盛岡工場構内に自生あるいは植栽されている落葉広葉樹30種、延べ240本とした。なお、他樹種が発生する林内雨等による影響を防ぐため対象木は林分の中の優勢木で樹冠が他の個体の下部に位置していないものを選んだ。

樹幹流の採取にあたっては、佐々ら¹⁰が考案した綿製網体（ガーゼ）巻き付け法（樹幹流採取に関する森林総合研究所東北支所方式）を用いた。装置は降雨直前に設置し、一雨ごとに回収した。なお、今回の調査は1992

年6月初頭から7月末までの2ヶ月間行ったが、本報告にはそれ以前に調査された2、3の結果も含まれている。

採取した樹幹流は、直ちに実験室に運びpHを測定した後濾紙で濾過し、無機態窒素、アルカリ金属類、アルカリ土類金属類を定量した。水素イオンはpHL-20型pH計、無機態窒素は通気蒸留法、アルカリ金属類およびアルカリ土類金属類はZ-6000型原子吸光分光光度計にて定量した。

1.2 結果と考察

樹種ごとの樹幹流pH値について、その値域を示したのが図-1である。図より、広葉樹樹幹流のpH値は4.8以上がほとんどで、平均で5.22であった。このことは、現在の森林地帯の平均的な降雨水pH4.92~5.08程度⁸という値と比較して大きいといえる。つまり、広葉樹は降雨水の酸性を緩和した樹幹流を土壌に供給していると考えられる。しかし、樹種ごとにみた場合には特徴があり、オニグルミ、センノキ、ハリギリ、ブナ、ヤマナラシ、ユリノキなどは降雨水の酸性緩和力がとりわけ強く、逆にオオヤマザクラ、コバノヤマハンノキ、ホオノキなどではスギ^{5,10}同様むしろ酸性を強化する傾向がみられる。

つぎに、樹幹流に含まれている水素イオンだけでなく、他の主な陽イオンについて検討する。樹種ごとの樹幹流に含まれるイオン当量濃度のおよび総陽イオン当量濃度に対する各陽イオン当量濃度の割合を算出した結果が表-1である。樹幹流のpH値が小さかったオオヤマザクラ、コバノヤマハンノキ、ホオノキ-1（採取した場所によって成分の割合が異なっていたため2グループに分割した。）の場合、水素イオン当量濃度の高いことはいうまでもないが、水素イオン以外の総陽イオン当量濃度も他の樹種の樹幹流と比較して著しく低く、その結果、総陽イオン当量濃度に対する水素イオン当量濃度の割合が非常に高い。それに対し、樹幹流のpH値が大きかったオニグルミ、センノキ、ハリギリ、ブナ、ヤマナラシ、ユリノキでは水素イオン当量濃度が極めて低いのみならず、逆に水素イオン以外の総陽イオン当量濃度が高く、総陽イオン当量濃度に対する水素イオン総陽イオン当量濃度の割合は殆ど0に等しい。このほか、水素イオン総陽イオン当量濃度が比較的高くても、それ以外の総陽イオン当量濃度がさらに高いため、総陽イオン当量濃度に対する水素イオン当量濃度の割合が低いものとして、イチョウ、エンジュ、カシワ、カツラ、キリ、クヌギ、トチノキ、ポプラ、ヤチダモなどが挙げられる。

さらに、本来降雨水にも僅かながら含まれているが、主として降雨水が樹冠や樹幹と接触しつつ流下する間に

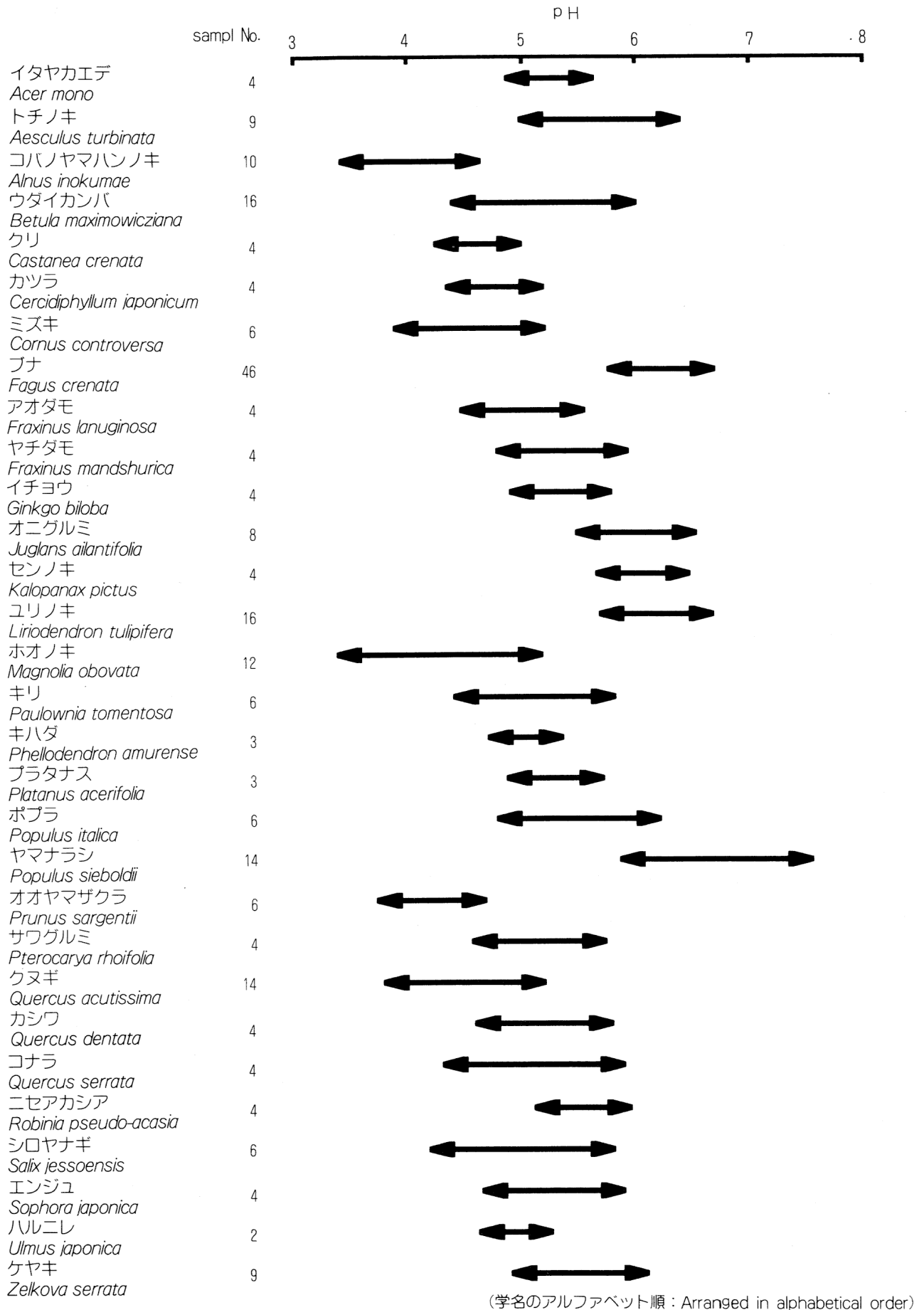


図-1 主要広葉樹樹幹流におけるpHの範囲

Fig. 1 The characteristic pH value of the stem flow in 30 kinds of deciduous broad-leaved trees

表-1 樹幹流中の総陽イオン等量濃度に対する各陽イオン等量濃度の割合(%)

Table 1 Each cation-total cation ratios (%) and the average concentrations in stem flows ($\mu\text{eq}/\ell$)

樹種名 Tree species	H ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
イタヤカエデ <i>Acer mono</i>	1.7(6.7)	15.2(60)	21.5(85)	9.4(37)	44.7(176)	7.5(29)
トチノキ <i>Aesculus turbinata</i>	0.3(2.1)	19.0(145)	10.5(80)	5.4(41)	52.6(401)	12.2(93)
コバノヤマハンノキ <i>Alnus inokumae</i>	19.6(136.2)	23.2(161)	12.5(87)	9.2(64)	26.3(183)	9.2(64)
ウダイカンバ <i>Betula 'maximowicziana</i>	1.3(7.2)	28.0(153)	22.9(125)	11.9(65)	26.0(142)	9.9(54)
クリ <i>Castanea crenata</i>	7.5(29.8)	22.2(88)	21.9(87)	13.8(55)	19.7(78)	14.9(59)
カツラ <i>Cercidiphyllum japonicum</i>	0.8(11.0)	26.3(374)	34.9(495)	11.3(160)	21.6(307)	5.1(73)
ミズキ <i>Cornus controversa</i>	3.7(23.7)	20.1(129)	37.7(242)	12.2(78)	23.0(147)	3.3(21)
ブナ <i>Fagus crenata</i>	0.1(0.6)	19.6(170)	18.8(163)	10.8(94)	45.0(390)	5.7(49)
アオダモ <i>Fraxinus lanuginosa</i>	3.3(11.1)	15.3(52)	16.7(56)	6.9(23)	49.8(168)	8.1(27)
ヤチダモ <i>Fraxinus mandshurica</i>	0.8(8.4)	2.7(30)	20.6(224)	18.4(200)	48.9(532)	8.6(93)
イチョウ <i>Ginkgo biloba</i>	0.3(5.6)	6.6(122)	17.8(329)	15.2(282)	50.8(939)	9.3(172)
オニグルミ <i>Juglans ailantifolia</i>	0.1(1.0)	3.6(29)	20.8(168)	17.7(143)	52.7(424)	5.1(41)
センノキ <i>Kalopanax pictus</i>	0.1(0.8)	3.6(29)	30.9(250)	7.3(59)	53.3(431)	4.8(39)
ユリノキ <i>Liriodendron tulipifera</i>	0.0(0.5)	14.0(181)	30.1(389)	18.2(235)	29.8(385)	8.0(103)
ホオノキー-1 <i>Magnolia obovata</i>	54.7(124.1)	5.9(13)	0.0(0)	4.6(11)	21.8(49)	12.9(29)
ホオノキー-2 <i>Magnolia obovata</i>	4.0(44.4)	39.6(437)	20.7(228)	7.3(81)	25.1(277)	3.1(34)
キリ <i>Paulownia tomentosa</i>	1.2(2.7)	1.9(19)	12.3(127)	10.2(106)	68.4(708)	5.9(61)
キハダ <i>Phellodendron amurense</i>	1.8(7.6)	28.7(123)	10.6(45)	6.0(26)	45.7(195)	7.1(30)
プラタナス <i>Platanus acerifolia</i>	1.8(6.3)	21.8(76)	15.2(53)	11.9(42)	41.1(144)	8.3(29)
ポプラ <i>Populus italica</i>	0.4(5.6)	3.6(49)	28.2(385)	21.9(299)	36.6(500)	9.2(125)
ヤマナラシ <i>Populus sieboldii</i>	0.0(0.3)	3.0(44)	52.2(757)	33.5(486)	7.5(109)	3.7(53)
オオヤマザクラ <i>Prunus sargentii</i>	14.5(68.6)	11.2(53)	31.6(149)	14.3(67)	17.1(81)	11.4(54)
サワグルミ <i>Pterocarya rhoifolia</i>	1.7(11.0)	27.7(183)	24.1(159)	12.1(80)	29.1(192)	5.3(35)
クヌギ <i>Quercus acutissima</i>	2.5(33.2)	13.7(185)	15.4(207)	16.0(215)	41.7(562)	10.7(144)
カシワ <i>Quercus dentata</i>	1.1(9.0)	3.7(32)	36.8(314)	18.4(157)	30.5(260)	9.6(82)
コナラ <i>Quercus serrata</i>	1.6(17.6)	16.1(178)	11.7(129)	19.8(218)	29.4(325)	21.3(236)
ニセアカシア <i>Robinia pseudo-acasia</i>	1.0(3.4)	21.3(71)	1.1(4)	2.6(9)	66.3(220)	7.7(26)
シロヤナギ <i>Salix jessoensis</i>	1.8(13.2)	9.3(70)	21.6(163)	11.6(87)	51.8(390)	4.0(30)
エンジュ <i>Sophora japonica</i>	0.4(3.6)	12.0(117)	17.0(166)	9.2(89)	59.2(577)	2.2(22)
ハルニレ <i>Ulmus japonica</i>	1.5(11.9)	16.5(135)	20.2(165)	4.8(39)	35.4(288)	21.6(176)
ケヤキ <i>Zelkova serrata</i>	0.3(2.4)	17.5(153)	19.5(171)	8.2(72)	43.7(383)	10.8(95)

(学名のアルファベット順: Arranged in alphabetical order)

注: ホオノキは2グループに分割した。

Notes: *Magnolia obovata* divided 2 group.

付加されたと考えられる水素イオン以外の陽イオンについて検討してみる。広葉樹樹幹流全体としてみた場合、カリウムイオン当量濃度がカルシウム、マグネシウム、ナトリウムおよびアンモニウムイオン当量濃度と比較してかなり高く、これら5種の総イオン当量濃度に対するカリウムイオン当量濃度の割合はオオヤマザクラ、カツラ、クリ、ホオノキ、ミズキ、ヤマナラシを除けば低くても30%程度、高い場合は70%弱にも及ぶ。このうちイチョウ、エンジュ、クヌギ、キリ、ポプラ、ヤチダモなどはその当量濃度が際立って高く、樹幹流にカリウムを付加させる特性を持った樹種といえる。一方、ニセアカシアのカリウムイオン当量濃度は他に比較して必ずしも高いものではないが、総陽イオン当量濃度に対する割合は極めて高く、やはり樹種特性と考えることができる。

樹幹流中溶存陽イオンのうち、カリウムイオン当量濃度が最高でないものとして、オオヤマザクラ、カシワ、カツラ、ミズキ、ヤマナラシなどが挙げられる。しかし、これらの樹種ではいずれもカルシウムイオン当量濃度がカリウムイオン当量濃度に代わって最高となっている。その中でもとりわけヤマナラシで顕著にみられ、カリウムイオン当量濃度に対しカルシウムイオン当量濃度は約7倍にも達している。一方、ウダイカンバ、クリ、サワグルミ、ユリノキなどではカリウムイオン当量濃度とカルシウムイオン当量濃度がほぼ等しく、こうした濃度傾向はそれぞれの樹種特性といえることができる。

樹幹流のマグネシウムイオン当量濃度が際立って高い樹種としてカルシウムイオン当量濃度の著しく高かったヤマナラシが挙げられる。したがって、ヤマナラシ樹幹流はこれら両イオンの高当量濃度によっても特徴づけられる。この他、ポプラ、イチョウ、ユリノキ、コナラ、クヌギ、ヤチダモなどの樹幹流もマグネシウムイオン当量濃度が高く、総陽イオン当量濃度に占める割合は20%に及んでいる。ナトリウムイオン当量濃度は水素イオン当量濃度を除いた他の陽イオン当量濃度と比較して相対的に低いが、コナラ、ハルニレ、イチョウ、クヌギ、ポプラなどでは他樹種より高く、このうちコナラとハルニレでは総陽イオン当量濃度の20%強を占めるという特徴がある。

総陽イオン当量濃度に占めるアンモニウムイオン当量濃度の割合は樹種によって大きく異なり、キリの2%からホオノキ-2の40%までさまざまである。しかし、アンモニウムイオンは温度条件などにより硝酸イオン化するなど他の陽イオンと性格を異にするため、ここではそれ以上の評価を行わないことにする。

2 ヤマナラシの土壤酸性化抑制の実態

2.1 調査・分析方法

分析用表層土壌の採取は、1993年11月に岩手県林業技術センター四日市試験地（盛岡市岩手町字川口）内の23年生ヤマナラシ人工林とそれに隣接する20年生スギ人工林で行った。当地の立地概況は、標高340m、東向き斜面、平均傾斜42°である。試料採取前に行った土壌断面調査によれば、基岩は古生層、砂岩・粘岩番・チャートで、表層に火山灰が堆積（由来は不明）したB_{1D}（崩積）型土壌である。

表-2に試料採取の対象となった立木の状況を示す。両者の立木密度に違いがある（ヤマナラシ：280本/ha、スギ：3,300本/ha）ものの、ほぼ同林齢でありながら成長に大きな差がみとめられた。なお、本報告のヤマナラシは高山¹³⁾によって選抜された交雑ヤマナラシである（以後ヤマナラシと称する）。

試料の採取は、A₀層直下の表層土壌（0～5cm）を対象とした。採取位置は、ヤマナラシについては樹幹を中心に斜面に向かって上下左右の4方向を0.5mおきに（1立木につき最大20ヶ所）、対照のスギは、根元および樹冠下（根元から1m離れた位置）においてそれぞれ2ヶ所（1立木につき4ヶ所）とした。採種した試料は、風乾後2mm以下の細土に調整しpH(H₂O)はガラス電極法（TOA、HM-11P）で測定、交換酸度（y₁）は大工原法、陽イオン交換容量（CEC）はピーチ法、交換性塩基量は1N中性酢酸アンモニウム溶液で抽出後原子吸光法（セイコー電子工業、SAS7500を使用）により定量した。

表-2 サンプリングを行った林木の状況

Table 2 Condition of sampling trees

樹種 Tree species	樹高 Tree height (m)	胸高直径 D.b.h. (cm)
ヤマナラシA	33.5	27.5
<i>P. s. A</i>		
ヤマナラシB	26.0	28.6
<i>P. s. B</i>		
ヤマナラシC	27.0	35.3
<i>P. s. C</i>		
ヤマナラシD	24.7	36.3
<i>P. s. D</i>		
ヤマナラシ平均 Average of <i>P. s</i>	27.8	31.9
スギ A	5.0	7.5
<i>C. j. A</i>		
スギ B	4.3	6.0
<i>C. j. B</i>		
スギ C	8.5	12.5
<i>C. j. C</i>		
スギ D	8.0	12.0
<i>C. j. D</i>		
スギ平均 Average of <i>C. j.</i>	6.5	9.5

表-3 樹幹流に曝された土壌の化学性

Table 3 Chemical properties of the soils washed away naturally by different species' stem flows

(乾物当たり: on dry basis)

採取土壌 Soil	交換酸度 Exchange acidity	陽イオン 交換容量 Cation exchange capacity	交換性塩基 Exchangeable base				塩基飽和度 Rate of saturation	
			(me/100g)					
樹種 Tree species	位置 Sampling position	(Y ₁)	(me/100g)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	(%)
ヤマナラシ A P. s. A	根元部 Root collar	0.6	44.5	25.1	5.3	1.6	0.3	72.4
	樹冠下* Outside of root collar*	0.7	41.4	22.8	6.0	1.3	0.3	73.3
ヤマナラシ B P. s. B	根元部 Root collar	0.8	47.1	30.8	6.3	2.9	0.2	85.4
	樹冠下* Outside of root collar*	0.7	47.5	27.4	6.4	1.9	0.2	75.7
ヤマナラシ C P. s. C	根元部 Root collar	0.7	40.4	23.1	5.3	3.6	0.3	79.8
	樹冠下* Outside of root collar*	0.7	38.6	20.4	5.7	1.4	0.3	72.1
ヤマナラシ D P. s. D	根元部 Root collar	0.8	40.1	26.3	5.4	2.3	0.2	85.3
	樹冠下* Outside of root collar*	0.7	42.5	25.7	5.8	1.7	0.2	78.7
ヤマナラシ平均 Average of P. s	根元部 Root collar	0.7	43.0	26.3	5.6	2.6	0.2	80.7
	樹冠下* Outside of root collar*	0.7	42.5	24.1	6.0	1.6	0.2	75.0
スギ平均 Average of C. j.	根元部 Root collar	0.9	40.9	19.9	4.4	1.6	0.4	64.3
	樹冠下* Outside of root collar*	0.8	36.5	18.5	4.5	1.7	0.3	68.4

* 樹冠下土壌は、根元より 1 m 離れた位置で採取した。

soil samples were taken from several places located. 1 meter from the root collar.

** ヤマナラシの値は、上下左右 4 方向の平均である。

The value of P. s. is 4 direction's average.

2.2 結果と考察

試料採取位置別の pH (H₂O) 値の範囲を図-2 に示す。
図中の 0 m とはヤマナラシの根元土壌を意味している

が、スギの根元土壌と比較して中性側へと傾いており、
平均値で比較して、スギの 6.13 に対しヤマナラシは 6.71
とかなり大きかった。樹幹から 1 m 離れた場所の土壌に

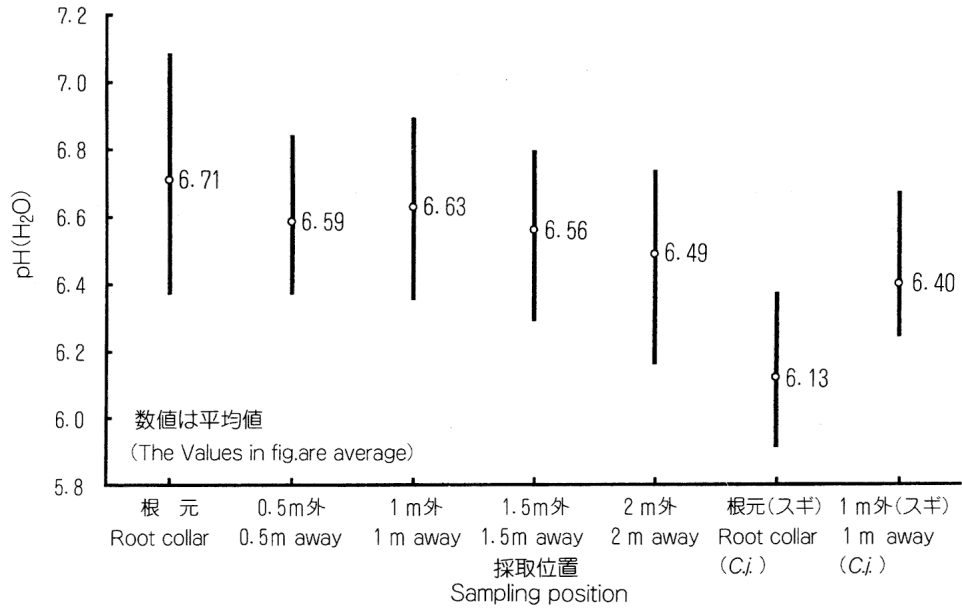


図-2 採取位置別の土壌pH値範囲

Fig. 2 Soil pH (H₂O) value in each sampling position

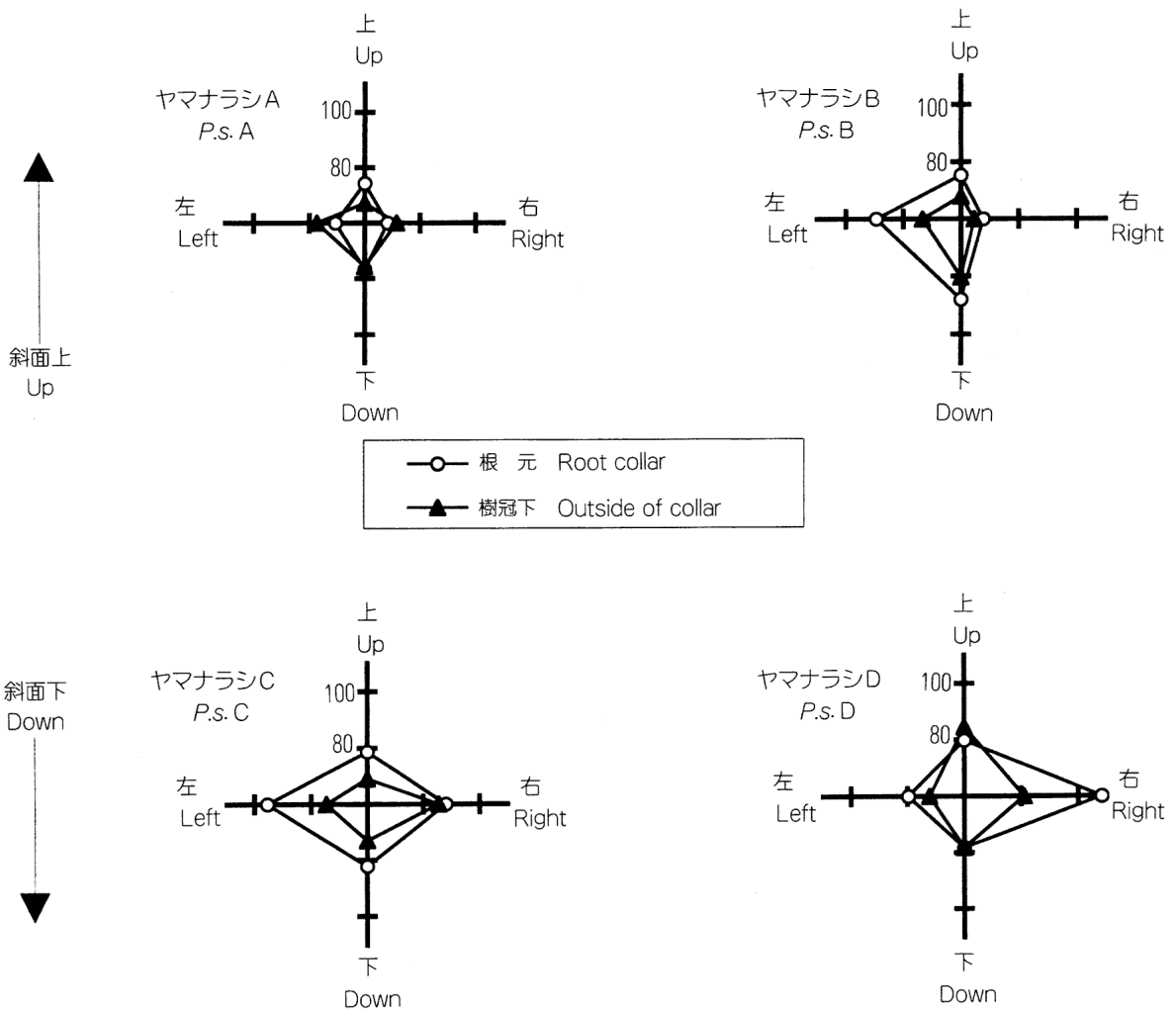


図-3 採取位置別の塩基飽和度

Fig. 3 Base saturation percentage in each sampling position

表-4 暴露試験に使用した樹幹流の性質

Table 4 Nutrient concentration in used stem flow for exposure tests

採取樹種 Tree species	pH	塩基濃度 Concentration (ppm)			
		Ca	Mg	K	Na
ヒバ <i>Thujaopsis hondai</i>	5.44	8.2	0.6	2.5	0.9
スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	3.61	9.4	0.9	4.8	1.8
コバノヤマハンノキ <i>Alnus inokumae</i>	3.79	4.1	0.7	7.0	0.9
ヤマナラシ <i>Populus sieboldii</i>	6.59	19.3	8.1	5.3	1.5

についても、スギで6.40、ヤマナラシで6.63というように同様な傾向が認められた。一方、スギの根元土壌のpH値が樹冠下土壌より低いのに対し、ヤマナラシは根元に近づくとつれてpH値が緩やかに上昇する傾向にあった。このことは、佐々ら^{11,12)}によって明らかにされたユリノキ、センノキ、オニグルミと同様にヤマナラシにも土壌酸性化抑制機能があることを示唆するものといえる。

つぎに土壌分析結果を表-3に示す。これによると、スギの根元土壌の平均塩基飽和度は65%であったのに対し、ヤマナラシでは80%以上となっていた。交換性塩基のうち、カルシウム量についてはスギ根元土壌と比較してヤマナラシ根元土壌でかなり多かった。また、図-2と同様にスギの塩基飽和度についても根元土壌より樹冠下土壌が高かったのに対し、ヤマナラシの場合は逆に根元土壌が樹冠下土壌より高いという傾向がみられた。なお、交換酸度 (y_1) については両者間で大きな違いは認められなかった。

以上のことから、ヤマナラシ林の表層土壌はほぼ同林齢の隣接するスギ林のものより中性側へと傾いており、根元土壌においてその傾向がより顕著であることが明らかである。

図-3は、ヤマナラシ根元周辺の土壌の試料採取位置関係とそこでの塩基飽和度が示されている。図よりほぼ4方向の全てにおいて樹冠下土壌より根元土壌の塩基飽和度が高いことが明らかであり、樹幹流の影響が根元を中心に同心円状に及んでいることを裏付けるものであろう。また全体的な傾向としては、斜面上部に位置するヤマナラシAおよびヤマナラシCに対して、下部に位置するヤマナラシBおよびヤマナラシDの塩基飽和度が高くなっていたが、そうした傾向は当地の地形が急峻であることにより、土壌中の交換性塩基類が斜面下部に移動し

た結果とも考えられる。

3 樹幹流による人工暴露試験

3.1 試験方法

風乾後2mm以下に調整した細土に重量比で2倍量の樹幹流を加え1時間振とうした後吸引濾過し、風乾後、一部を化学性の分析に供し、残りを次の抽出に用いた。これを繰り返して合計4回の抽出を行った。なお、化学性の分析方法は前節2.1と同様である。供試土は、岩手山麓馬返しにおいて採取した火山灰起源の黒色土の下層土と姫神山麓において採取した花崗岩の風化土で、塩基飽和度は小さかった(表-5、6)。使用した樹幹流は4種類で、採取した樹種および性質は表-4のとおりである。

3.2 結果と考察

表-5に黒色土を使った実験の結果を示す。樹幹流のpHは樹種による差が大きかった(表-4)が、実験後の土壌のpHは変化が小さく、スギのように添加液のpHが低いにもかかわらず土壌のpHが上昇した例もあった。樹幹流を用いた抽出により全ての樹種で交換性カルシウムが増加し、特に樹幹流中のカルシウム濃度が高いヤマナラシで顕著であった。他の元素ではコバノヤマハンノキではカリウムが、ヤマナラシではマグネシウムがそれぞれ樹幹流中での高濃度を反映して増加した。ナトリウムは抽出によって減少した。

一方、花崗岩の風化土を使用した実験では、ヤマナラシのpHが上昇したものの、他の元素は変化が小さかった。また、ナトリウムは黒色土の場合と同様に抽出によって減少した(表-5)。

表-5 人工的に樹幹流に曝された土壌の化学性 (黒色土)

Table 5 Chemical properties of the soils washed away artificially by different species' stem flows(andosol)
(乾物当たり: on dry basis)

採取樹種 Tree species	抽出回数 Frequency	pH	交換性塩基 Exchangeable base(me/100 g)				
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	total
ヒバ <i>Thujaopsis hondai</i>	1	5.41	2.73	0.56	0.12	0.17	3.58
	2	5.53	2.94	0.58	0.13	0.11	3.76
	3	5.35	3.05	0.58	0.13	0.12	3.88
	4	5.60	3.14	0.58	0.15	0.13	4.00
スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	1	5.29	2.64	0.56	0.14	0.19	3.53
	2	5.22	2.80	0.58	0.13	0.12	3.63
	3	5.32	3.00	0.58	0.14	0.14	3.86
	4	5.46	3.04	0.58	0.14	0.11	3.87
コバノヤマハンノキ <i>Alnus inokumae</i>	1	5.22	2.70	0.56	0.14	0.19	3.59
	2	5.30	2.91	0.58	0.18	0.11	3.78
	3	5.26	3.01	0.58	0.21	0.12	3.92
	4	5.52	3.06	0.60	0.22	0.14	4.02
ヤマナラシ <i>Populus sieboldii</i>	1	5.71	2.73	0.66	0.14	0.19	3.72
	2	5.57	3.18	0.83	0.15	0.14	4.30
	3	5.57	3.34	0.89	0.16	0.12	4.51
	4	5.74	3.38	1.01	0.17	0.12	4.68
実験前 Control	—	5.48	2.60	0.56	0.11	0.20	3.47

表-6 人工的に樹幹流に曝された土壌の化学性 (花崗岩風化土)

Table 6 Chemical properties of the soils washed away artificially by different species' stem flows(granite)
(乾物当たり: on dry basis)

採取樹種 Tree species	抽出回数 Frequency	pH	交換性塩基 Exchangeable base(me/100 g)				
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	total
ヒバ <i>Thujaopsis hondai</i>	1	5.13	5.37	1.21	0.08	0.23	6.89
	2	5.38	5.90	1.19	0.09	0.18	7.36
	3	5.51	5.61	1.16	0.09	0.15	7.01
	4	5.47	5.60	1.16	0.10	0.14	7.01
スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	1	5.23	5.41	1.17	0.07	0.20	6.85
	2	5.10	6.02	1.27	0.08	0.18	7.55
	3	5.32	5.57	1.18	0.09	0.18	7.02
	4	5.31	6.09	1.19	0.10	0.15	7.53
コバノヤマハンノキ <i>Alnus inokumae</i>	1	5.28	5.30	1.14	0.09	0.19	6.72
	2	5.32	5.74	1.25	0.11	0.14	7.25
	3	5.27	5.86	1.14	0.12	0.14	7.27
	4	5.36	5.82	1.23	0.15	0.12	7.32
ヤマナラシ <i>Populus sieboldii</i>	1	5.09	6.14	1.29	0.08	0.20	7.72
	2	5.45	6.80	1.31	0.08	0.15	8.35
	3	5.72	6.02	1.35	0.10	0.16	7.63
	4	5.93	5.96	1.40	0.12	0.13	7.61
実験前 Control	—	5.48	5.61	1.21	0.07	0.22	7.11

4 まとめ

4.1 落葉広葉樹30種の樹幹流酸性度

盛岡市周辺地域に多く自生あるいは植栽されている落葉広葉樹の樹幹流中に溶け込んでいる陽イオンの種類と当量濃度およびそれらの相互関係を中心にいろいろと検討し、その結果、いくつかの樹種特性が明らかとなった。しかし、こうした中で問題を1つ残すことになった。すなわち、ホオノキの樹幹流に関して、滝沢演習林での結果（ホオノキ1、供試木6本）と好摩実験林および滝沢試験地での結果（ホオノキ2、供試木6本）の間に大きな違いが見られたことである。ホオノキの樹幹流については採取法は異なるが脇ら¹⁵⁾も調べており、そのpH値は今回と比較してより大きい。同じ樹種であるにも拘わらず、このような地域差が生じることは既に佐々ら⁶⁾も指摘しているが、まだ不明な部分が多い。したがって、この点（特に、ホオノキ1の場合）について今後さらに詳細な調査をしたいと考えている。

4.2 ヤマナラシの土壤酸性化抑制の実態

ヤマナラシの土壤酸性化抑制機能の有無を検討するため、隣接するヤマナラシ人工林とスギ人工林において表層土壌の採取、分析を行った。その結果、林齢20年前後で既に両者の根元土壌の酸性度は異なっており、その傾向は周辺にまで及んでいることが明らかとなった。ヤマナラシの根元周辺の土壌は、塩基飽和度が高くなっていたが、その大きな原因としてヤマナラシの樹幹流に含まれるカルシウムイオン濃度の高さが挙げられる。勿論、樹幹流だけが林地の養分供給源ではなく、落葉層の無機化によるものはより大きな供給源であることは否定できず、今後は落葉層についても解析を行うとともに、調査事例を増やし検証を進めてゆきたいと考えている。

4.3 樹幹流による人工暴露試験

土壌への樹幹流の影響を明らかにするために、数種類の樹幹流で土壌を繰り返し抽出する実験を行った。その結果、黒色土の下層土を使用した実験では、pH値に樹種による変化は見られなかったものの、他の元素において樹種毎の樹幹流の特徴を反映した結果が得られた。また、花崗岩の風化土を使用した実験ではヤマナラシでpH値の上昇があったものの、他の元素には変化が見られなかった。

このように、短期的には必ずしも樹幹流の塩基組成のとおり土壌のpH値および交換性塩基組成を変化させることはできないが、長期的に見れば樹幹流の濃度の高い溶存塩基を土壌に交換吸着させ、交換性塩基組成を樹幹流の塩基組成に近づける方向に土壌を変化させてゆく

と考えられる。今回は、重量比で2倍量の樹幹流を風乾細土に添加したが、現実の林分ではより多量の樹幹流によって根元土壌が曝されていることも考えられる。今後は、樹幹流の添加量等を変えるなどして同様の試験を長期的に実施し、土壌への樹幹流の影響を明らかにしていきたいと考えている。

謝 辞

本校を草するにあたり、取りまとめに適切にご指導と本校の校閲をいただいた森林総合研究所企画調整部海外研究情報調査科長佐々朋幸博士に厚くお礼を申し上げる。森林総合研究所東北支所土壌研究室長池田重人氏、同室研究官相澤州平氏にはご助言およびご協力をいただいた。元森林総合研究所東北支所育林部主任研究官長谷川浩一氏、佐々木茂氏には実験等で適切にご指導およびご助言をいただいた。ここに、これらの方々に対しても厚くお礼を申し上げる。

引用文献

- 1) 相澤州平・高橋忠幸・佐々朋幸(1993)樹幹流の土壌陽イオン交換における役割. 日林東北支誌45:193~194
- 2) 池田重人・佐々朋幸(1991)樹幹流の酸度ならびに溶存成分に関する河川法則論的解析(Ⅲ)具体例2《ケヤキについて》. 日林東北支誌43:87~88
- 3) 平井敬三・加藤正樹・岩川雄幸・吉田圭子(1990)樹幹流が林地土壌に与える影響(Ⅱ)スギ、ヒノキ林における林外雨、林内雨、樹幹流、土壤水pH.101回日林論:243~245
- 4) 後藤和秋・佐々朋幸(1991)樹幹流の酸度ならびに溶存成分に関する河川法則論的解析(Ⅱ)具体例1《トチノキについて》. 日林東北支誌43:85~86
- 5) 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壌のpH低下. 森林立地32(2):65~69
- 6) 森貞和仁・河室公康・川添強・長友忠行(1990)コジイ林における土壌の化学的性質に及ぼす樹幹流の影響. 101回日林論:247~248
- 7) 野呂忠幸・佐々朋幸(1992)主な落葉広葉樹樹幹流の酸性度比較. 日林東北支誌44:137~140
- 8) 林野庁(1994)酸性雨等森林被害モニタリング調査中間取りまとめ. 1~18
- 9) 真田勝・太田誠一・大友玲子・真田悦子(1991)ト

- ドマツ、エゾマツ人工林の樹幹流および林内雨の塩基特性. 101回日林論：341～342
- 10) 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、樹幹流の酸度ならびにその溶存成分—樹種による樹幹流の固定値—. 森林立地32(2)：43～58
- 11) 佐々朋幸・長谷川浩一(1992) 特定樹種の樹幹流による土壤の酸性化抑制作用—ユリノキの場合—. 日林誌74：437～440
- 12) 佐々朋幸・高橋忠幸・長谷川浩一(1992) 特定樹種の樹幹流による土壤の酸性化抑制作用(Ⅱ)センノキ、オニグルミについて. 日林誌75(4)：321～330
- 13) 高山芳之助(1968) ヤマナラシ類の育種に関する研究(Ⅰ) *Populus Sieboldii* MIQ. × *P. grandidentata* MICHX. のF₁の早期における伸張生長. 日林誌50：267～273
- 14) 高橋忠幸(1994) ヤマナラシの土壤酸性化抑制機能について(Ⅰ)—隣接するスギ人工林との表層土壤の比較—. 105回日林論：413～414
- 15) 脇孝介・水戸憲二・松橋達也(1990) 山地地域における雨水の酸性化の実態について. 101回日林論：253～254