



Title	樹幹流の化学組成に及ぼす有機酸の影響
Author(s)	薄井, 伯征; 佐久間, 敏雄; 波多野, 隆介 他
Citation	北海道大学演習林試験年報, 14, 60-61
Issue Date	1996-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/73232
Type	departmental bulletin paper
File Information	1995_1B-2.pdf



I B-2 樹幹流の化学組成に及ぼす有機酸の影響

生物機能化学科 薄 井 伯 征
 佐久間 敏 雄
 波多野 隆 介
 演習林研究部 柴 田 英 昭
 天塩地方演習林 佐 藤 冬 樹

はじめに

森林生態系においては大气からの降下物は林冠で捕捉され、何らかの生物・物理・化学的反応を受けた後、林内雨及び樹幹流という2つの経路によって土壌系へと流入する。降雨が針葉樹の林冠を通過する際、乾性沈着の洗脱や樹体からの溶出成分の影響を強く受け、林内雨や樹幹流のpHおよびイオン組成が異なることが多数報告されている。特に樹幹流は樹体と接触する時間が長いために林内雨と比べより多くの溶存物質が存在しており、無機イオン濃度が高いだけでなく、溶存有機炭素濃度も高い結果となっている。樹幹流中に高濃度で含まれる酸は樹幹下の土壌を酸性化させることが懸念されているが、樹幹流中の酸の由来は生態系外部由来の強酸の流入なのか、あるいは生態系内部で生産された有機物由来であるのかを明らかにすることは、土壌の酸性化が生態系外部、内部の酸に起因するのかを評価する上で重要である。天塩地方演習林のアカエゾマツの樹幹流は降雨、林内雨と比べpHが著しく低く、溶存物質濃度が高いことが報告されてきた。そこで、有機酸による有機アニオン濃度を無機イオンバランスから算出し、それが樹幹流のpHおよびイオン組成に及ぼす影響を現地観測と樹幹洗浄実験により明らかにすることを目的とした。

1. 調査地及び方法

実験は北海道大学天塩地方演習林内中の峰地区のアカエゾマツ林において行った。降雨、林内雨は雨樋を用いて採取し、樹幹流は代表的な樹木を選び、その樹幹にビニールチューブを半分に分割したものをつらねて採取した。採取した試料についてpH、主要無機イオン濃度、全有機炭素(TOC)濃度を測定した。

2. 結果と考察

1) 降雨、林内雨、樹幹流のpHおよび無機イオン濃度

表-1に降雨、林内雨、樹幹流のpHおよび主要無機イオン濃度の加重平均値を示す。樹幹流の加重平均pHは3.8を示し、降雨の4.5、林内雨の4.6と比べても顕著に低い値を示していた。また、樹幹流の無機イオン濃度は降雨、林内雨と比べても著しく高く、主要なカチオンは Na^+ 、主要アニオンは Cl^- 、 SO_4^{2-} であった。また、無機イオン濃度のバランスはカチオン>アニオンであり、特に樹幹流においては全カチオンと全アニオンの差(CBD)が大きい結果となった。また、降雨、林内雨のTOC濃度はそれぞれ0.03、0.39 mg CL^{-1} であるのに対し、樹幹流のTOC濃度は54.7 mg CL^{-1} と著しく高い結果となった。従って、CBDを構成しているアニオンは有機物に由来し、有機アニオンが樹幹流においては H^+ を解離していると考えられる。

2) 脱塩水での樹幹洗浄による樹幹流の H^+ 起源の推定

そこで、アカエゾマツの樹幹に脱塩水を噴霧し、生じた樹幹流を250 ml ごとに分画採取し、分析し、降雨、林内雨の影響を排除した条件でそのイオン組成から樹幹流の H^+ の起源を推定した。

洗浄初期の樹幹流の pH は3.1~3.2を示し、洗浄に伴い上昇した。無機イオン濃度は洗浄初期の画分で最も高く、次第に低下した。これらのイオン濃度は全カチオン、全アニオンであり、その濃度差(CBD)は洗浄に伴い減少した。CBD と TOC の間に有意な正の相関が見られたことから、CBD は有機アニオンに由来するものであることが示唆された。また、各画分のイオンのうち、 Na^+ と Cl^- はほぼ1:1の直線上にプロットされたので、これらは海塩由来の中性塩として供給されていると考えられた。そこで海水中の存在比から計算した非海塩由来の SO_4^{2-} (nssSO_4^{2-}) と nssNO_3^- を H^+ の起源と考え、この濃度から各画分毎に pH を予測したところ(予測 pH₁)、洗浄後期に予測 pH₁ よりも実測 pH が低い値を示した。このことから樹幹流の H^+ の起源に nssSO_4^{2-} 、 nssNO_3^- 以外の酸の存在が示唆された。そこで $\text{nssSO}_4^{2-} + \text{nssNO}_3^- + \text{CBD}$ を H^+ の起源と考え、同様に pH を予測したところ(予測 pH₂)、ほとんどの画分で予測 pH₂ よりも実測 pH の方が高い結果となった。従って、アカエゾマツ樹幹流中の H^+ の起源は主として外部由来の nssSO_4^{2-} 、 nssNO_3^- および内部由来の有機酸であり、これにより生じた H^+ は塩基によって中和されていることが明らかとなった。その塩基の起源は海水中の存在比から非海塩性であることが示され、中和に用いられた成分は主として K^+ 、 Ca^{2+} であった。

3) 自然条件下での林内雨、樹幹流における H^+ 収支

2) で述べた洗浄実験で示されたように、樹幹流の H^+ の起源は CBD も含めたアニオン組成から推定できる。 H^+ の供給アニオンとして nssSO_4^{2-} 、 nssNO_3^- および CBD を用いた予測 pH₂ を自然条件下での林内雨及び樹幹流に当てはめたところ、予測 pH₂ よりも実測 pH が高い結果となった。従って、自然条件下でも供給された H^+ の一部は中和されていることが示された。

そこで H^+ の供給とそれに対する中和反応の関係を考察するため、降雨、林内雨、樹幹流の H^+ 収支を求めた(表-2)。樹幹流中の H^+ ソースのうち、有機酸の占める割合は約77%であり、林内雨と比べても高い結果となった。また、溶液中の H^+ は、その一部は非海塩起源の塩基によって中和されていると考えられるが、その中和量より主として有機酸起源である樹幹からの H^+ の放出量が多く、このことが樹幹流 pH を低下させている原因であると考えられた。

表-1 降雨、林内雨および樹幹流の加重平均pH、イオン濃度
(1992年5月~1994年11月)

	pH	H^+	Na^+	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	HCO_3^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	CBD ¹⁾
													$\mu\text{mol/L}^{-1}$
降 雨	4.51	46	95	8	42	27	11	19	122	8	33	3	48
林 内 雨	4.57	37	661	118	147	139	19	24	801	26	153	0	118
樹 幹 流	3.84	195	1472	172	298	332	36	17	1661	10	318	6	492

1) $\text{CBD} = (\text{H}^+ + \text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+) - (\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- + \text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{PO}_4^{3-})$

表-2 現地で観測した降雨、林内雨及び
樹幹流中の H^+ 収支 (mmol/L^{-1})

	H+source ¹⁾			H+sink ²⁾		
	nssA^{n-}	CBD	合計	H^+	nssB^{n+}	合計
降 雨	0.03	0.04	0.07	0.05	0.05	0.10
林 内 雨	0.10	0.11	0.21	0.04	0.21	0.25
樹 幹 流	0.15	0.49	0.64	0.20	0.36	0.56

1) nssA^{n-} : 強酸無機アニオンによる H^+ 供給 ($= \text{nssNO}_3^- + \text{nssSO}_4^{2-}$)

CBD: 有機アニオンによる H^+ 供給 ($= \Sigma \text{無機カチオン} - \Sigma \text{無機アニオン}$)

2) H^+ : 溶液による H^+ 流下 ($= \text{溶液中} \text{H}^+ \text{濃度} = 10^{-(\text{pH})} \times 10^3$)

nssB^{n+} : 塩基による H^+ 中和 ($= \text{nssK}^+ + \text{nssCa}^{2+} + \text{nssMg}^{2+}$)