



Title	森林河川における大気起源化学物質の流出
Author(s)	濱谷, 基弘; 深澤, 達矢; 清水, 達雄 他
Description	第11回衛生工学シンポジウム (平成15年11月6日 (木) -11月7日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 一般セッション . 3 環境保全・リスク評価 . P3-4
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 11, 147-150
Issue Date	2003-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7067
Type	departmental bulletin paper
File Information	11-3-4_p147-150.pdf



3-4

森林河川における大気起源化学物質の流出

○濱谷基弘, 深澤達矢, 清水達雄, 橘治国(北海道大学), 永淵修(福岡県保健環境研究所)
柴田英昭, 野村睦, 高木健太郎, (北大北方生物圏フィールド科学センター)

1. はじめに

人間活動が自然環境に与える影響は極めて大きなものであり, 遠隔地といえどもその影響を受けていないところはない. 局地的な水質汚濁源のない地域においても大気汚染物質の沈着が湖沼や河川の水質に大きな影響を及ぼしているという報告もあり¹⁾, さらに森林地域は大気汚染物質の沈着作用が大きいと言われている²⁾. 森林地域は水源の涵養域であり, 水環境の保全, あるいは微量有害化学物質という視点においても, 大気汚染物質の森林河川への流入や流出は今後重要な問題となる可能性がある. そこで, 本研究では北海道北部に位置する天塩研究林の森林河川において, 大気起源化学物質の流出機構について検討した.

2. 調査地点

調査対象地点は北海道北部の幌延町に位置する天塩研究林である. 現有面積は 22550ha で温帯北部から亜寒帯への移行帯の様相を呈している. 採水地点は天塩研究林 151 林班 (45° 03' N, 142° 07' E, a.s.l. 66m) を集水域とする小河川であり, 通称ヤツメの沢といわれる. 林相はトドマツとミズナラの針広混交林であり, その林床の多くにはチシマザクラ, クマイザサが密生している. 本河川の集水域面積は約 0.08km²であり, 年降水量は約 1000mm, 通常 11 月から 4 月まで降雪をみる. 年平均気温は 5.7°C で, 最高気温 35°C, 最低気温 -35°C であり, 年較差は 70°C にもなる.



図 1. 調査地点

3. 方法

3-1 サンプルング

① 定期観測

河川水は 2002 年 6 月 25 日から 10 月 25 日まで月 2 回, 量水堰直上部で直接採水を行った. 現地で pH, 水温, 水位, 電気伝導度を測定し, 採水後は 250mL 角型ポリビン (NALGENE, ポリプロピレン製) に移し, チャック付きポリ袋で密閉して実験室に持ち帰り, 冷蔵庫に保存した. 250mL 角型ポリビンは重金属分析用であるため, 硝酸槽内に数日間放置した後, 超純水 (ADVANTEC, Milli-Q Jr.) で洗浄してから使用した.

大気降下物に関しては湿性降下物と乾性降下物を分けて採取することができる大気降下物採取器 (小笠原計器製作所, US-410 型, 高さ 920mm, 開口径 200mm, 湿性降下物タンク容量 20L) を用い, 河川水と同様, 月 2 回の間隔でサンプルングを行った.

② 集中観測



写真 1. ヤツメの沢

河川水は2002年10月23日16時から10月25日13時までの降雨イベント時において1時間毎に45時間連続採水を行った。なお採水にあたってはオートサンプラー(ISCO-2700)を用いた。オートサンプラー用の採水ボトルは硝酸層内に数日間放置した後、超純水で洗浄してから使用した。採水後のサンプルの処理は定期観測と同様である。

大気降水物の捕集は、降雨を1mmごとに分けて採取することができる酸性雨分取器(HORIBA, レインゴーランドⅡ)を用い、河川水と同時期にサンプリングを行った。またpH、電気伝導度、流量、降雨量などの諸情報は天塩研究林のデータを参照した³⁾。

3-2 分析

実験室に持ち帰った水試料はポリプロピレン製ろ過器(NALGENE Filter Holders with Receiver)を用いてポアサイズ0.4 μ mのニュークリポフィルター(Whatman)によりろ過した。ろ過を行う際、ろ過器は硝酸、脱イオン水、超純水で十分に洗浄し、ろ紙にも超純水を通水し洗浄した。その後得られた溶存成分に、超高純度硝酸(関東化学, Elgrade, 61%)を硝酸濃度が1%になるように添加し、誘導結合プラズマ-質量分析装置(ICP-MS YOKOGAWA HP-4500)により元素分析を行った。元素の定量法は内部標準法を用いた。集中観測時の試料についてはろ紙に残った不溶性成分(懸濁性成分;SS)についても元素分析を行った。ろ紙はドライボックス内(湿度30%, 24時間放置)で乾燥させた電子天秤を用いてあらかじめ秤量しておいた。ろ過後のろ紙は再びドライボックスで乾燥させ秤量した後、マイクロウェーブ分解用テフロン密閉容器(CEM, ACV)に入れ、フッ化水素酸(ダイキン工業, 半導体, 50%)を4.0mL加え、マイクロウェーブ分解装置(CEM, MDS-2000)により、溶液化して同様に元素分析を行った。精度管理は河川水標準物質(多摩化学)によって行った。

4. 結果と考察

4-1 定期観測

定期観測時、河川水質はpH5.5~7.5, EC10~160 μ S/cmであった。最大流量は2002年7月14日の62.94l/sであり、最小流量は2002年9月10日の0.03l/sであった。小河川であるため、年間の流量変動が著しい。SS濃度2~15mg/lの変動幅を持った(表1)。河川水及び大気降水物中の平均溶存元素濃度は表2に示すとおりである。河川水中の溶存元素濃度と、大気降水物中の溶存元素濃度を比較すると、Li, Al, Ti, Ni, Baは河川水中濃度の方が高く、またMn, Zn, Pbは大気降水物中濃度の方が高かった。AlやMnなどはどちらにも多かった。

4-2 集中観測

10月23日から25日にかけて測定開始18.5時間後から27時間後まで集中的に降雨があった。全降水量は13mm、最大降水量を記録したのは測定開始から23時間後の1.8mm/30minであった。調査対象水域への全降水量は約1000m³、河川からの流出量は約980m³であった。その時の降水量と流量の変化を図2に示す。流量は降雨開始直後の18.5時間後から微

表1. 定期観測時データ

pH	EC(μ S/cm)	流量(l/s)	ss濃度(mg/L)
5.5~7.5	10~160	0.03~62.94	2~15

表2. 河川水及び大気降水物中平均溶存元素濃

	Li	Al	Ti	V	Mn	Ni	Cu	Zn	Ba	Pb
河川水	1.9	54	1.6	0.3	7	3.3	0.5	1.1	23.6	0.1
大気降水物	0.05	3	0.1	0.1	12	0.1	0.4	6.8	1.48	0.8

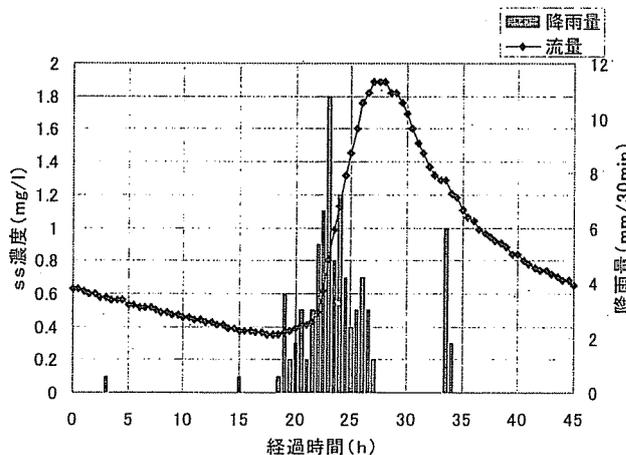


図2. 降水量と流量の関係

増に転じ、22 時間後から急激に増加し始め、27 時間後に最大流量となり、その後大きく減少した。EC は流量が急激に増加するのに伴い減少する一方(図 3), pHは EC にやや遅れて減少傾向に転じた(図 4)。溶存性元素濃度は流量の変動に伴う明瞭な傾向を示さず(図 5), 一方、懸濁性元素濃度は流量増加に伴う SS の濃度変化と完全に一致し、測定開始から 26 時間後付近で最も高い値を示した(図 6)。また降水中の溶存性重金属成分濃度は表 3 に示す通りである。大気中のエアロゾル成分は降水によって洗い流され、特に初期降雨中の溶存性重金属成分濃度が高かった。本降雨イベント時の大気降水物による重金属成分の流入量と流出量を比較すると Al, Mn では河川での流出量の方が多く、Ni, Pb では大気からの流入量の方が多かった(図 7)。なお全沈着量と全流出量は表 4 の計算式を用いて求めた。大気における溶存性重金属成分濃度と河川における溶存性及び懸濁性重金属成分濃度は明らかとなったが、大気起源の重金属成分の河川からの流出機構については明らかにできなかった。雨は地表面に降った後、大部分が一旦地下水となってから流出すると考えられるため今後は土壌中の水も含めて重金属成分の挙動を検討する必要がある。

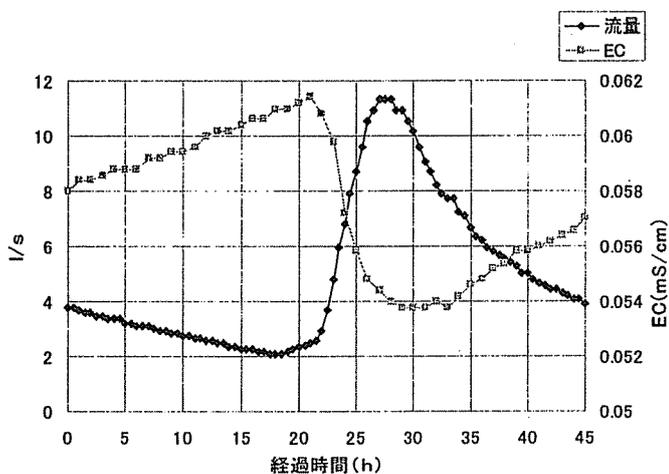


図 3. 流量と pH の関係

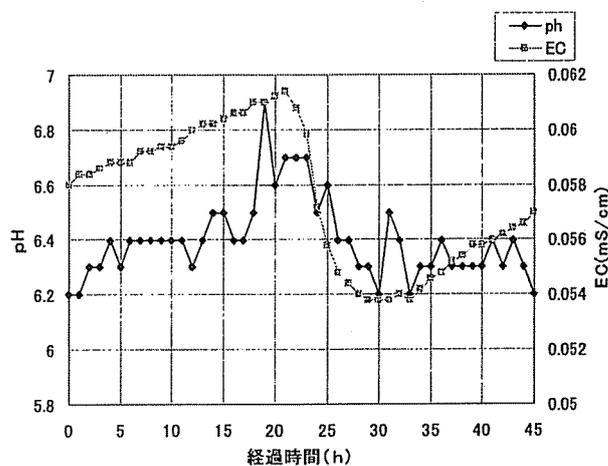


図 4. pH と EC の関係

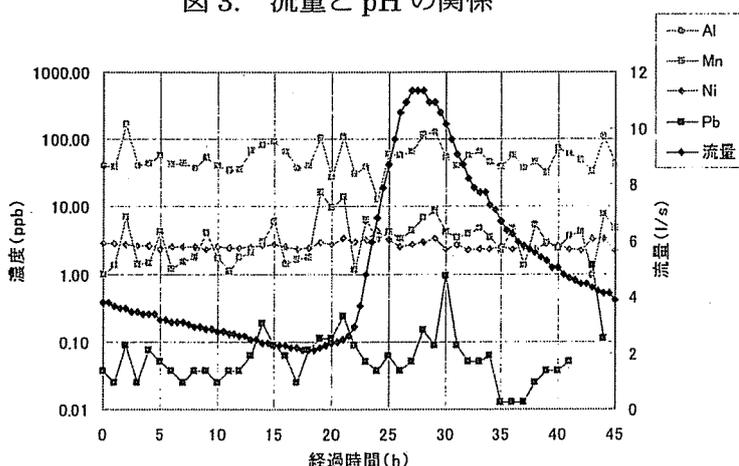


図 5. 溶存性重金属の時間変化

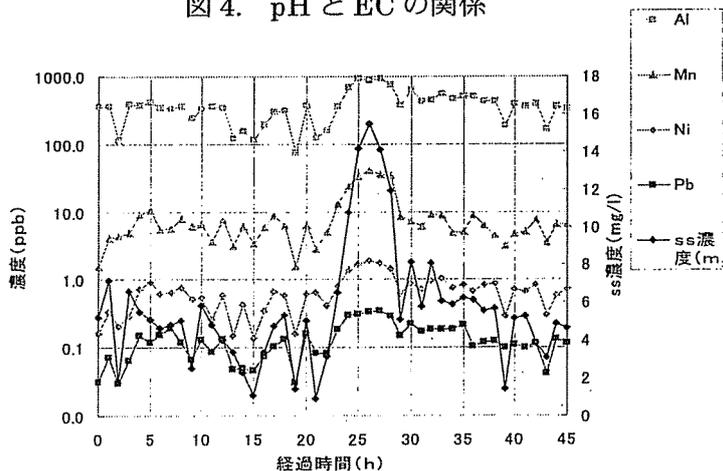


図 6. 懸濁性重金属の時間変化

表 3. 降水中の溶存性重金属成分濃度(ppb)

試料ID	積算降水量 mm	Al	Mn	Ni	Cu	Zn	Pb
		27	55	60	63	64	207
No.1	1.5	80.44	0.93	30.15	1.90	9.71	0.57
No.2	2.3	24.67	0.57	22.56	3.11	14.91	0.53
No.3	3.1	6.02	0.22	3.38	0.28	2.41	0.16
No.4	3.8	9.22	0.60	3.15	2.02	16.60	0.58
No.5	4.6	2.32	0.13	1.68	0.25	1.99	0.09
No.6	5.4	4.36	0.17	6.01	0.52	3.41	0.13
No.7	6.2	2.28	0.19	3.05	0.41	4.01	0.15
No.8	7.5	1.86	0.12	0.63	0.21	1.47	0.19
overflow	13.0	0.53	0.20	0.69	0.66	1.52	0.21

表 4. 全沈着量, 全流出量の算出式

$$\text{流入量} = \text{大気降水物中濃度} \times \text{降水量} \times \text{集水域面積}$$

$$\text{流出量} = \text{河川水中濃度} \times \text{流量}$$

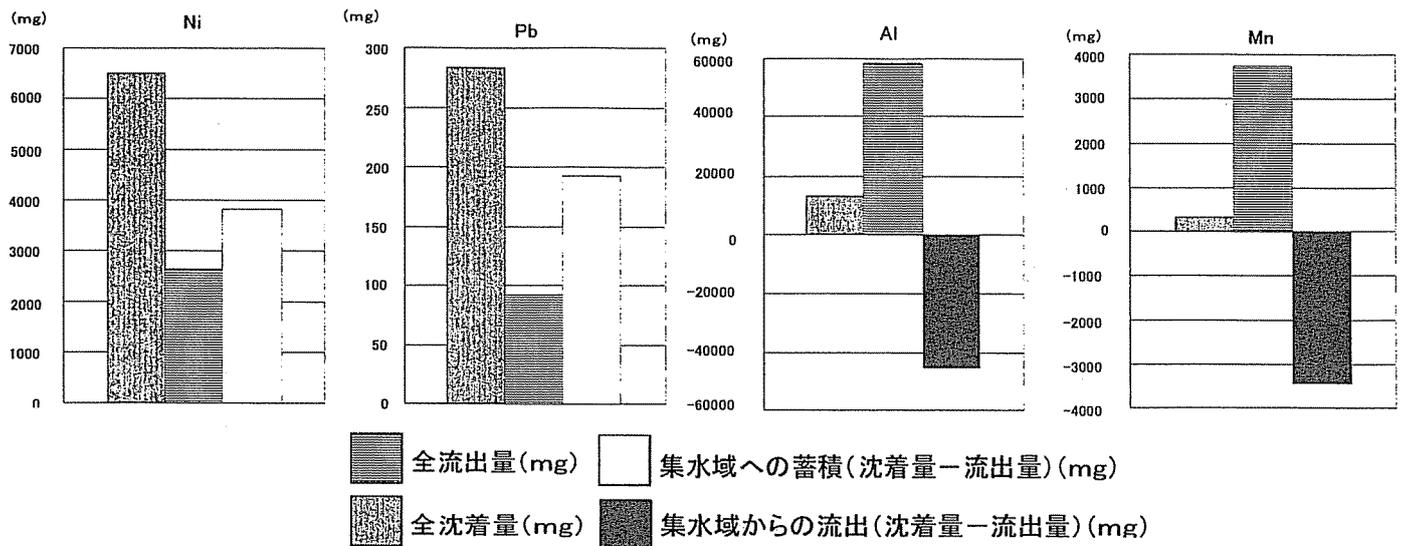


図 7. 集水域における全沈着量と全流出量

5. 結論

5-1 定期観測

・水中に含まれる元素濃度は Mn, Zn, Pb に関しては大気降下物中濃度が高く, Li, Al, Ti, Ni, Ba に関しては河川水中濃度の方が高かった。

5-2 集中観測

・流量の急激な増加に伴い EC は減少したが, pH は EC にやや遅れて減少した。

・降雨に伴う溶存性重金属元素の濃度変化に明確な傾向は見られなかったが, 懸濁性重金属元素は流量増加に伴って増加し, SS 濃度変化とほぼ完全に一致した。

・降雨中の溶存性重金属成分濃度は初期降雨中に高い傾向があった。

・集水域における全沈着量と全流出量を比較すると, Ni, Pb では大気からの流入量が多く, Al, Mn では河川からの流出量が多かった。

6. おわりに

大気起源の化学物質は地表面に沈着し, 一部は土壌中に留まり, 一部は地下水とともに移動して河川に流出する。今回の観測では, 月毎のあるいは降雨イベント時の大気降下物 (雨) という入力と河川水という出力について調査した。従って地表あるいは地中における水質の変換については未知のままであった。そのためもあり, 大気起源の化学物質流出機構の解明には至らなかった。

今後は定期観測を継続しながら, 降雨イベントを捕らえた集中観測を重ね, 同時に地下水を採取すること等により大気起源化学物質の流出機構を解明したい。

参考文献

- 1) 市川新(1980), 水汚染の機構と解析, p.3-24
- 2) 門司正三, 内嶋善兵衛(1979), 大気環境の変化と植物, p.54-71
- 3) 天塩研究林 CC-LaG data(2002)

<http://pc3.nrs.unet.ocn.ne.jp/~member/takagi/share/CCdata.htm>