



HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|------------------|---|
| Title | 森林地域における河川及び土壌水中の金属成分に関する研究 |
| Author(s) | 濱谷, 基弘; 深澤, 達矢; 橘, 治国 他 |
| Description | 第12回衛生工学シンポジウム (平成16年11月4日 (木) -5日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 2 水環境 . P2-8 |
| Citation | 衛生工学シンポジウム論文集, 12, 85-88 |
| Issue Date | 2004-10-31 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/1236 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 2-8_p85-88.pdf |



2-8 森林地域における河川及び土壌水中の金属成分に関する研究

○濱谷基弘, 深澤達矢, 橘治国, 清水達雄(北海道大学)
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, 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¹⁾. 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重要な問題であるが, 重金属に関する報告は少ない. 本研究室では, 大気起源の化学物質の集水域への沈着とその流出について研究を行ってきたが, 本報告では, 北大北方生物圏フィールド科学センター天塩研究林において降雨のない平水時の重金属成分の濃度変化について増水時との比較検討を行った. また, 同時に採取した土壌水と, 過去の大気降下物の結果を合わせ, 流出する河川の水質形成機構について検討を行った.

2. 調査地点

調査は北海道北部の幌延町に位置する天塩研究林で行った. 河川水の採水は天塩研究林 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るヤツメの沢で行い, 土壌水の採水は, 同集水域の尾根部 4 地点, 河畔斜面 3 地点の計 7 地点で行った. 本河川の集水域面積は約 0.08km²であり, 降水量は年間約 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.



写真 1. 天塩研究林の位置と集水域



写真 2. ヤツメの沢

3. 方法

3-1 試料の採取

・河川水

2003年8月14日から8月20日において2時間毎にオートサンプラー(ISCO-3700)によって連続採水を行った。容器は24時間以上硝酸につけた後、脱イオン水で洗浄して使用した。採水後、pH、水温、電気伝導度(EC)を測定し、250mL角型ポリビン(NALGENE, PP製)に移して実験室に持ち帰った。

・土壌水

河川水の採水に合わせて一日毎に、土壌水の採水を行った。尾根部4地点、河畔斜面3地点の計7地点で各々10cm, 20cm, 40cmの3深度においてテンションライシメーターにより採水した。採水後の水試料は60ml角型ポリビン(NALGENE, PP製)に移し、実験室に持ち帰った。

3-2 分析

・河川水

実験室に持ち帰った水試料はPP製ろ過器(NALGENE)を用いてポアサイズ $0.4\mu\text{m}$ のニュークリポアフィルター(ADVANTEC)によりろ過した。ろ過後、水試料に超高純度硝酸(関東化学, El-grade, 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)で乾燥させた後、電子天秤を用いてあらかじめ秤量しておき、ろ過後のろ紙を同様に秤量して前後の重量差とろ過水量から不溶性成分(SS)濃度を算出した。その後マイクロウェーブ分解装置(CEM社, MDS-2000)でフッ酸と硝酸による酸分解後、同様に分析した。精度管理は河川水標準物質(多摩化学)によって行った。

・土壌水

土壌水は十分な量が確保できた4地点(尾根部2地点, 河畔斜面下部, 河畔斜面上部)について、分析を行った。pH, ECを測定した後、シリンジ(TERUMO, SS10-SZ)を用いてろ過を行い(ADVANTEC, DISNC-25HP, $0.45\mu\text{m}$)、得られた溶存成分を河川水と同様に分析した。

4. 結果と考察

4-1 河川水

①降水量, 流量, EC

2002年及び2003年の年間流量と年間降水量を図2に示す。2002年無雪期の年間降水量は786mmである一方、2003年の無雪期の年間降水量は641mmであった。4月頃に流量が増加しているのは融雪による影響である。2002年10月23日~25日にかけての降雨イベント時には、降雨に伴い、流量が2L/secから最大12L/secまで、SS濃度は2mg/Lから15mg/Lまで増加した。その際、ECは最初 $61\mu\text{S/cm}$ 程度であったが、流量の

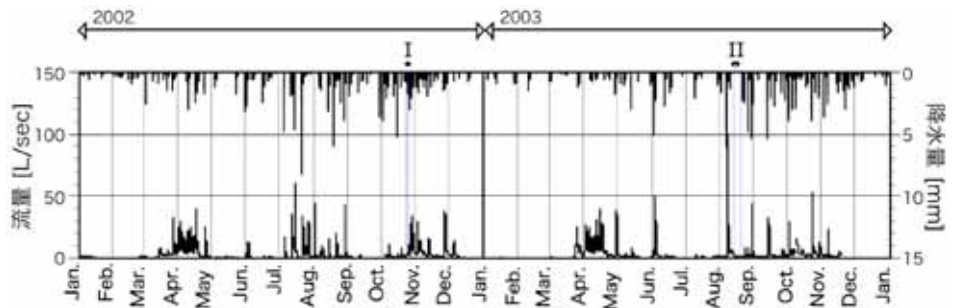


図2. 2002年から2003年における降水量と流量

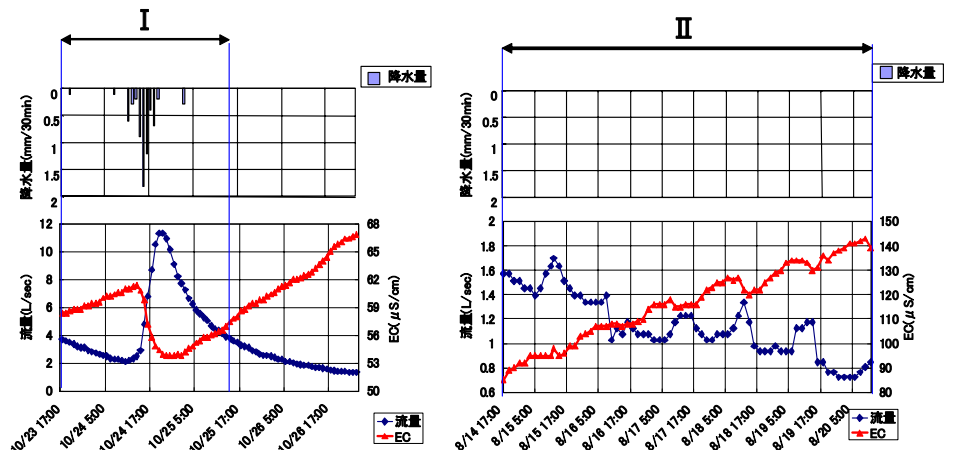


図3. 2002年増水時における降水量(上)と流量, ECの変化(下)

図4. 2003年平水時における降水量(上)と流量, ECの変化(下)

増加に伴い、減少傾向に転じ $54 \mu\text{S}/\text{cm}$ まで下がった。流量が減少し始めると再び増加した。

一方、2003年8月14日～20日にかけての無降雨時には流量は日変動を繰り返しながら最大 $1.7\text{L}/\text{sec}$ から最小 $0.7\text{L}/\text{sec}$ まで減少し、ECは位相が半分ずれた日変動を繰り返しながら $85 \mu\text{S}/\text{cm}$ から $145 \mu\text{S}/\text{cm}$ まで増加した。流量は昼14時頃に最大、朝6時頃に最小となり、ECは朝6時頃に最大、昼14時頃に最小となる日変動を示した。

②溶存成分

2003年8月の平水時における各元素の河川水中の濃度範囲は Ba:30～40ppb, Sr:25～50ppb, Al:10～40ppb, Ni:4～6ppb, Li:3～7ppb, Ti:1～3ppb, Mn:1～3ppb, Zn:0.5～1.5ppb, Ga:0.8～1ppb, Rb:0.7～0.8ppb, Cu:0.6～0.8ppb, Te:0.3～0.5ppb, As:0.2～0.3ppb, V:0.25～0.3ppb, Pb:0.08～0.2ppb, Cd:0.01～0.05ppb, Sb:0.01～0.02ppbであった。Al, Ti, Ba, Sr, Zn, Pbの溶存成分の濃度変化を図5に示す。Ba, Sr, Ni, Li, Cd, Sb, Te, Cuでは増加傾向を示し、さらにBa, Srについては日変動を示した。一方でAl, Tiは濃度がばらつきながらも減少傾向を示した。Zn, Pbについては明瞭な傾向は見られなかった。

2002年10月の増水時における各元素の濃度範囲は Ba:15～20ppb, Sr:10～20ppb, Al:40～60ppb, Ni:2～4ppb, Li:1～2ppb, Ti:0.5～1.5ppb, Mn:2～6ppb, Zn:1～2ppb, Ga:0.7～1ppb, Rb:0.5～1ppb, Cu:0.4～0.7ppb, Te:0.15～0.25ppb, As:0.13～0.15ppb, V:0.2～0.3ppb, Pb:0.05～0.1ppb, Cd:0.05～0.2ppb, Cr:0.3～0.5ppb, Sb:0.01ppbであった。平水時と比較すると、流量は10倍程高いのに対し、Cdは濃度も10倍程度高かった。Al, Mn, Znの濃度は増水時の方がやや高かったが、残りの元素については濃度は同じか、もしくは低いという結果がだった。またAl, Mn, Rbは増加傾向を示し、Ba, Sr, Ni, Zn, Liは減少傾向を示した。PbやTiでは明瞭な傾向は見られなかった。

③SS成分

2003年8月の平水時におけるSS濃度範囲は $0.3\text{mg}/\text{L}$ ～ $1.6\text{mg}/\text{L}$ であり、明瞭な増減は見られなかった。各元素の河川水中の濃度範囲は Ba:5～15ppb, Sr:0.5～1.5ppb, Al:300～400ppb, Ni:1～3ppb, Ti:15～30ppb, Mn:5～100ppb, Zn:1～2ppb, Ga:0.3～0.5ppb, Rb:0.1～0.5ppb, Cu:0.2～0.4ppb, Te:0.05～0.2ppb,

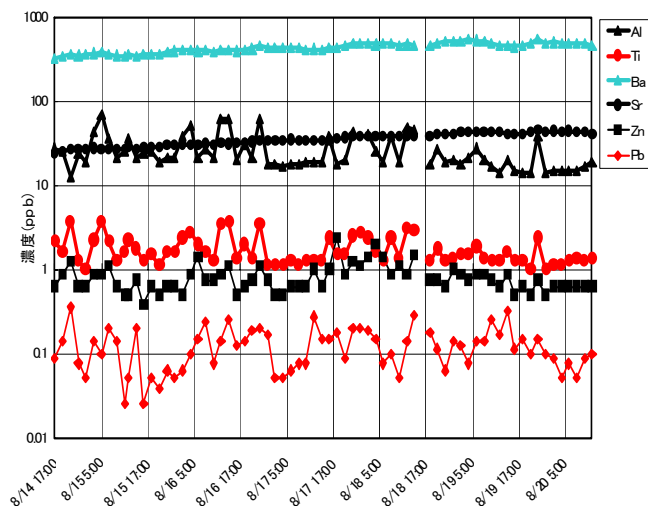


図5. 平水時の懸濁成分の経時変化
(Baのみ10倍した値を使用)

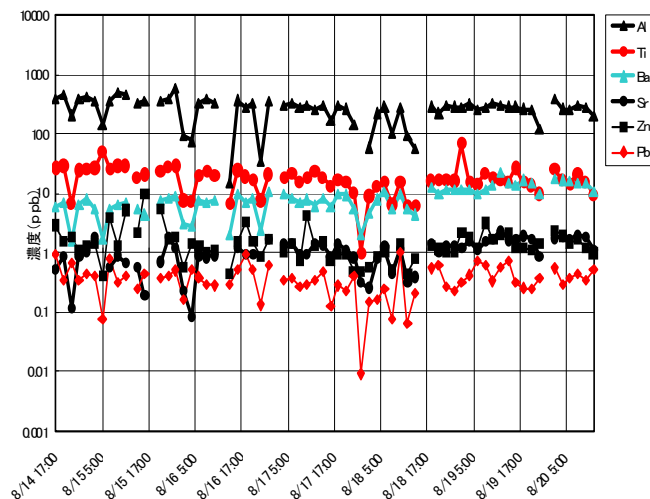


図6. 平水時の溶存性成分の経時変化

As:0.15~0.3ppb, V:0.5~1ppb, Pb:0.2~0.5ppb, Cd:0.01~0.04ppb であった。Al, Ti, Ba, Sr, Zn, Pb の懸濁成分の濃度変化を図6に示す。Mn, Ba, Sr, Ga, As, Co, Te, Cd では増加傾向を示し, Al, Ti, Cr, Zn, Cu では減少傾向を示した。Pbについては明瞭な傾向は見られなかった。

2002年10月の増水時、流量の増加に伴ってSS濃度は2mg/Lから15mg/Lまで増加した。各元素の濃度範囲は Ba:1~7ppb, Sr:0.1~0.9ppb, Al:100~900ppb, Ni:0.2~2ppb, Ti:10~60ppb, Mn:5~40ppb, Zn:0.08~0.4ppb, Ga:0.1~0.7ppb, Rb:0.1~0.9ppb, Cu:0.1~0.8ppb, Te:0.005~0.05ppb, As:0.02~0.1ppb, Pb:0.05~0.4ppb であった。平水時と比較すると、Te, As, Znでは10倍程度濃度が低かったが、他の元素では濃度範囲はほぼ等しかった。またほとんどの元素が増加傾向を示した。

4-2 土壌水及び大気降下物と河川水の関係

2002年の定期調査時の大気降下物と河川水中の溶存成分濃度とを比較したところ、Zn, Pbでは大気降下物の方が高く、Al, Ti, Ba, Srでは河川水中の方が高かった(表1)。このことからAl, Ti, Ba, Srは地表あるいは地中から流出する成分の寄与が大きく、一方、Zn, Pbは大気起源の成分の寄与が大きいと考えられた。しかし、平水時の土壌水中の溶存成分の濃度と河川水中の濃度を比較すると、Al, Ti, Baについてはほぼ等しかったが、Zn, Pbについては土壌水中の濃度の方が高かった(表2)。従ってZn, Pbについては、大気起源なのか土壌起源なのか特定するのは難しかった。大気から沈着したPbが地中に蓄えられているとも考えられるが、今後検討が必要である。また平水時、溶存成分、SS成分ともに、Al, Tiの濃度が減少し、反対にBa, Srが増加したことから、これらの元素は同じ地表及び地中成分であるが、その起源が違ふと考えられる。すなわち、植物及び土壌の平均組成において、Al, Tiの植物/土壌の存在比は約 10^{-4} ~ 10^{-3} と低いのに対し、Ba, Srでは約 10^{-2} とやや高い²⁾。流量の減少に伴って、SS成分中で相対的に土壌起源成分が減り、植物の枯死等によるデトリタス起源成分が増えたとも考えられた。

河川水質に対する大気降下物や土壌水の寄与に関しては今後さらに詳細な検討が必要である。

参考文献

1) L.Ukonmaanaho, M.Starr, J.Mannio, T.Ruoho-Airola(2001)

Heavy metal budgets for headwater forested catchments in background areas of Finland
Environmental Pollution 114 pp.63-75

2) 山県登(1977), 微量元素—環境科学特論 pp.30-31

3) 天塩研究林 CC-LaG data(2002-2003)

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

表 1. 大気降下物中及び河川水中濃度(ppb)

| | 大気降下物 | 河川水 |
|----|-------|------|
| Al | 3 | 56 |
| Ti | 0.1 | 2 |
| Zn | 7 | 1 |
| Ba | 2 | 23 |
| Sr | 3 | 19 |
| Pb | 1 | 0.07 |

表 2. 土壌水中及び河川水中濃度(ppb)

| | 土壌水 | 河川水 |
|----|-------|----------|
| Al | 1~40 | 15~40 |
| Ti | 1.5~3 | 1~2 |
| Zn | 0.3~7 | 0.5~1 |
| Ba | 1~50 | 35~50 |
| Sr | — | 25~50 |
| Pb | 0.7~4 | 0.07~0.2 |