

姫神山酸性雨等モニタリング試験地 における降水成分の分析

森林総合研究所東北支所土壌研究室 主任研究官 相澤州平

1 はじめに

酸性雨は低濃度の広域汚染であり、森林生態系への影響は蓄積的・慢性的である。酸性雨は化石燃料の燃焼に起因しているため近い将来に根本から解決される見込みはなく、影響が顕在化した場合にはその回復が技術的に困難と考えられるので、影響の早期発見や精度の高い影響予測法の確立が強く要望されている。そのため、酸性雨等により森林にもたらされる物質の量を明らかにし、現在の森林域における酸性雨の実態を把握することが必要である。全国規模の観測態勢の一環として東北地域における酸性雨の実態と森林への影響を調査することとした。

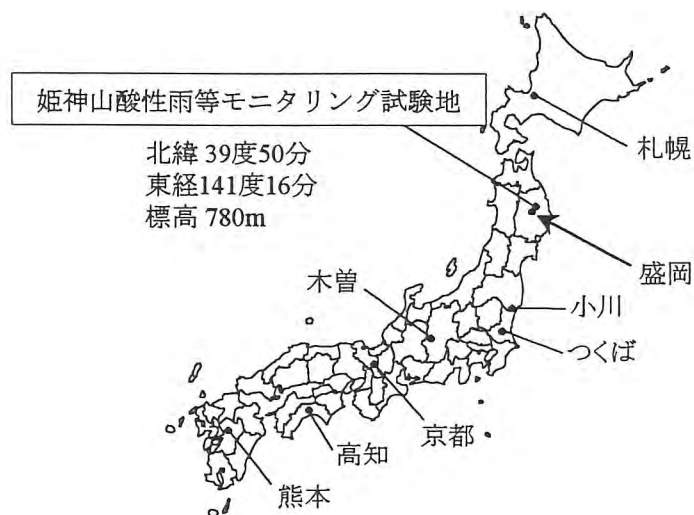
2 調査方法

盛岡市北東、姫神山南東麓の標高780m付近に位置する1966年植栽のカラマツ人工林内に設置された酸性雨等モニタリング試験地において、林外雨・林内雨・樹幹流を採取した(図-1)。林内雨は試験地中央部の緩い尾根上の近接した3地点で採取し、その近くの平均的な大きさのカラマツ3本から樹幹流を採取した。林外雨は試験地に隣接する開空地で2点採取した。降雪期には試験地入り口の開空地で雪を採取した。林外雨および雪・林内雨・樹幹流の観測は1994年夏に開始し、1999年まで行った。林外雨および雪の観測は現在も継続中である。

林外雨・林内雨は直径30cmのポリエチレンロートを地上約1.5mの高さに設置し、塩化ビニールチューブを介して10L又は5Lのポリエチレン容器に集めた。樹幹流は、高さ1.5m付近の樹幹に厚さ3cmのウレタンラバーを巻いて樋状にし、流下する樹幹流の全量を塩化ビニールチューブを介して20Lポリエチレン容器に集めた。ウレタンラバーは1994年6月に設置し、樹幹の肥大成長を考慮して1997年4月および1999年5月に巻き直した。林外雨・林内雨・樹幹流の採取装置は常に開放状態とし、原則として一降雨ごとに回収した。雪の採取は口径48cmの70Lポリバケツ(1995年4月以前はより小型のプラスチックコンテナを使用)にポリエチレン袋を被せたものを雪面に設置して行った。原則として1降雪毎にポリエチレン袋毎回収し、室温で融解した後測定に供した。

試料を実験室に持ち帰った後、濾過前の試料の一部を50mLトルビーカーに取りEC計を用いてECを測定し、その後ガラス電極pH計を用いてpHを測定した。試料を濾紙(No. 5A)で濾過後4°Cで保存し、金属イオン(Na、K、Ca、Mg)濃度は原子吸光法により、アニオン(Cl、NO₃、PO₄、SO₄)濃度およびNH₄濃度は孔径0.45μmのメンブランフィルターで濾過後イオンクロマトグラフ法により測定した。

図-1 姫神山酸性雨等モニタリング試験地と
その他のモニタリング試験地の位置



3 結果と考察

(1) 降水量と林内雨・樹幹流の量

当試験地における年降水量は年による違いが大きく、1995年から1999年までの5年間の平均値が約1700mm、最大値は約2100mm、最小値は約1200mmだった。林内雨量は1回に降る雨の量が少ないときには比較的少なく、1回の降水量が20mm程度以上では林外雨量の8割から9割程度だった。樹幹流は林外雨量約10mm以上で発生し、林外雨量が多いほど多かったが、林外雨量に対する樹幹流量の割合は、弱い雨のときは少なく、夕立のように風を伴って激しく降る場合は多いというように、雨の降り方によって異なった。また、採取する木による差が大きかった。観測期間中に採取した総量を同じ期間の林外雨の総量と比較すると、年による変動はあるものの林内雨量は林外雨量の約80~85%、樹幹流量は林外雨量の約2~4%だった。両者を合わせると、冬期を除くと降った雨の8割~9割程度が森林土壌に流入したと考えられる。

(2) 林外雨・林内雨・樹幹流のpH

林外雨のpHは、多くの場合4.5~5前後の値を示した(図-2)。降雨毎の差が大きく、季節変動は不明瞭だった。1996年と1997年は林外雨のpHが高いことが多かった。虫や鳥の糞等の混入が原因と考えられるが、詳しい原因は不明だった。林内雨のpHは6月までは林外雨とほぼ同様で、7月以降は林外雨より高めの値を示すことが多く、次第に上昇して10月下旬

から11月にかけて5.5前後の値を示した。樹幹流のpHは林外雨より低いことが多く、3.5から4程度で推移した。林内雨のpHは葉の出ている季節は林外雨より高く、樹幹流のpHは林外雨より低いことが認められた。林内雨・樹幹流のpHがこのような傾向を示すのは、葉や幹からさまざまな物質が溶けだしているためと考えられる。

(3) 林外・林内雨・樹幹流による物質負荷量

林外雨のpHが異常に高いことが多かった1996・1997年を除いた3年間のデータをもとに、観測期間中の降水のイオン濃度の平均を計算した(図-3)。

林外雨中の溶存イオン濃度は陽イオンではNa、NH₄が高く、陰イオンではCl、SO₄、NO₃が高かった。NaおよびClは濃度が

図-2 5年間の林外雨・林内雨・樹幹流のpHの月平均と月降水量

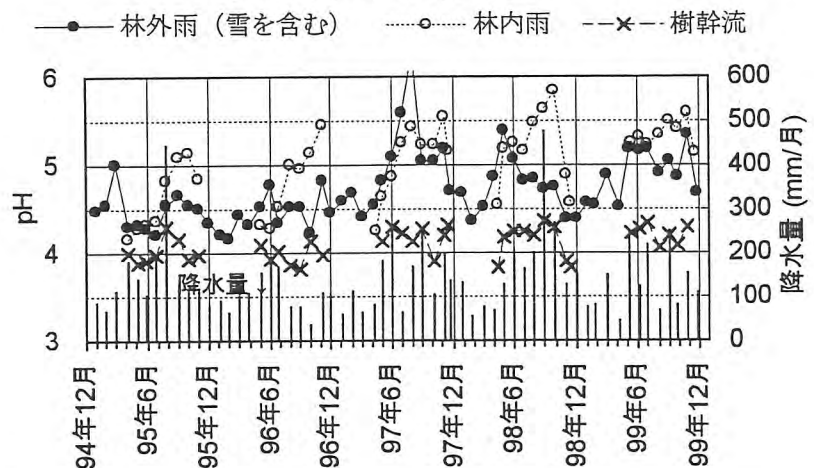
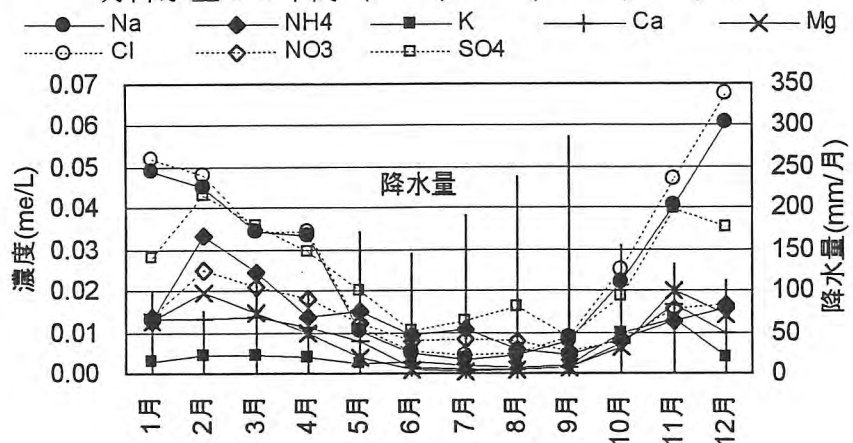


図-3 林外雨の月平均溶存イオン濃度および月降水量の3年間(1995、1998、1999)の平均



ほぼ等しく、北西季節風が卓越する11月から2月頃にかけてほかのイオン以上に濃度が上昇する傾向が見られたことから、日本海からの海塩の影響が試験地まで及んでいると考えられる。

林外雨・林内雨・樹幹流のpHとイオン濃度の平均値を図-4に示した。林外雨に比べて林内雨・樹幹流では濃度があまり変わらないものと大きく増加しているものがあり、Kの増加が顕著だった。Kは葉から溶脱しやすい元素のため、雨によって速やかに葉から溶出し、林内雨や樹幹流中の濃度が高くなると考えられる。

これらの溶存イオン濃度に林内雨・樹幹流の量を乗じると、それぞれの元素が林内雨・樹幹流を通じて森林土壌に供給される量が求められる。これを図-5に示した。林内雨によりKが多量に土壌に供給されていることがわかる。

林内雨による供給量と林外雨による供給量の差が、雨水が林の中を通る間に増加したK量となる。これはもともとは葉や枝に含まれていたKなので、森の木々と土壌の間で循環しているKの中で林内雨を経由して土壌に戻ってきた部分と考えることができる。林内雨による還元量(約60me/m²)は落葉の中に含まれているK量(1991年の試料による測定結果では約25me/m²(表-1))を上回る大きさだといえる。また、樹幹流は溶存イオン濃度が高いが、この試験地では樹幹流量は林内雨量の5%程度と非常に小さいため、土壌への供給量でみると林内雨を経由したものがほとんどで、樹幹流を経由して土壌に供給される物質の量は非常に少なかった。樹幹流はpHの低さや溶存イオン濃度の高さ故に注目を集めることが多いが、カラマツ林においては物質循環への寄与は小さいと考えられる。森林生態系内部での物質循環を考える場合、循環経路として林内雨が重要であるといえる。

表-1 落葉による養分元素の年間負荷
(1991年の試料分析結果と5年間の落葉量データからの計算値)

落葉量 (t/ha)	養分元素負荷量 (me/m ²)					
	N	P	K	Ca	Mg	Na
2.9	288	25.0	24.9	107	57.8	4.5

4 まとめ

5年間の観測により試験地の森林に降っている雨の特徴と林内雨の役割が明らかになってきた。現在観測されているごく弱いレベルの酸性雨が森林生態系の物質循環にどの程度の影響を与えるかを明らかにするために、森林生態系に外部から加わる物質量を内部での物質循環や溪流を通じて外部に流出する物質量と比較して評価する必要がある。流域単位での物質収支を明らかにすることが今後の課題である。

図-4 林外雨・林内雨・樹幹流の年平均溶存イオン濃度およびpHの3年間(1995、1998、1999)の平均

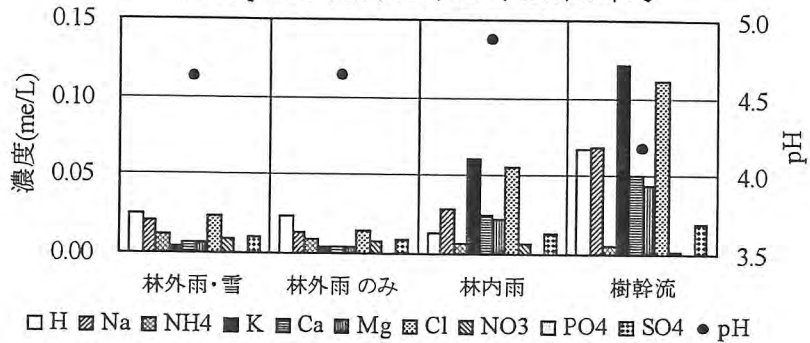


図-5 林外雨・林内雨・樹幹流による年平均溶存イオン負荷量の3年間(1995、1998、1999)の平均

