



Title	北海道大学演習林における降雨の性質について : 全演協: 森林地域の酸性雨等地球環境モニタリングに関連して
Author(s)	佐藤, 冬樹
Citation	北海道大学演習林試験年報, 11, 18-23
Issue Date	1993-08
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/73174
Type	bulletin (article)
File Information	1992_1-9.pdf



[Instructions for use](#)

I - 9 北海道大学演習林における降雨の性質について

—全演協：森林地域の酸性雨等地球環境モニタリングに関連して—

天塩地方演習林 佐藤冬樹

はじめに

現在北海道大学演習林では演習林内のプロジェクト研究の一つとして、「北海道北部森林帯における水質保全機能について」というテーマを設定し、森林と水質あるいは流出に関する基礎的データを収集する方向で整備を進めている。最近これに関連することとして、全演協ベースで地球環境変動モニタリング体制の整備が図られることになった。その第一段階として、今年度より科学研究費（試験研究A：代表 北大 藤原教授）によるプロジェクト（森林地域における酸性雨等地球環境モニタリング体制の確立）も開始されることになっている。このモニタリング体制には、酸性降下物や林内雨・樹幹流および土壌水組成の観測などが盛り込まれている。この観測網設立の目的の一つは、環境変動にともなう森林構成の変化によって引き起こされる、大気-森林-土壌-溪流のサイクルの変化を、演習林の特性を活かして長期的な観測スケールで組織的にモニターしていこうというものであり、現在の「プロジェクト研究A」を拡張したものと考えることができる。

この全国規模での研究に北大演習林としても主体的に関わっていく必要がある。そのため、各地方林を結んだ酸性降下物に関するネットワークの整備ということで、特別研究費により酸性降下物採取装置、pH計、EC計を道内各林に配置し、一部の演習林（札幌・苫小牧）からは少しずつ試料も集まりだしている。北大演習林における酸性降下物の観測網が動き出すためには各地方林の協力が必要となることから、参考までに試料の集まっている地方林に関するデータの一部を紹介しておく。この観測体制は、伐採のみにとらわれない演習林の試験研究の方向を考える上でも重要なものであり、各地方林においてもこの目的を理解しながら、酸性降下物の採取と渓流水の採取を最低限行っていく方向でプロジェクト研究を進めることを期待したい。

演習林に降る雨の酸性度

表-1に酸性降下物採取装置を使って採取された、苫小牧・札幌（苗畑）における湿性降下物（降雨：1992年5月～7月）と大型ロープを用いて採取した天塩（1991年）と雨龍（母子里：1988年）の降雨の組成を示した。限られた期間の試料ではあるが演習林間の特徴が認められる。

降雨pHの平均値は雨龍（7.00）>天塩（5.41）>札幌（5.27）>苫小牧（4.27）の順で低下しており、特に工業化の進行している都市部の森林地帯である苫小牧では、pH 5以上の雨はこの時期には観測されず、pH 4以下の強酸性の雨もしばしば出現している。また、同じ都市である札幌における同期間中の降雨pHは4～7の間にばらついており、酸性雨（定義ではpH 5.6以下の雨）の頻度は多いものの雨のpH自体は苫小牧ほど低下していない。

一方、都市や工業地域から離れている森林である天塩においても、ほとんどの雨はpH 5.0以上ではあるが酸性雨に属するものも多く、降雨pHの低下は広域的なものであることをうかがわせている。この傾向は夏季よりも冬期によりはっきりとあらわれ、降雪のpHは4～5の間のものが多い。以上3地点のデータと比較するのには少々古いデータではあるが、1988年の母子里における降雨のpHは5.6～7.0であり、北大演習林の中では最も自然度の高い雨の降る森林である（であった？）と考えられる。

降雨のイオン組成

降雨 pH と同様に雨に含まれる成分にもそれぞれ違いが認められる。都市林である苫小牧と札幌を比較した場合、苫小牧では低い pH を反映して水素イオン濃度は他のカチオンに比較して高い値を示した。特に降雨 pH が 4 を切るような雨の時には水素イオンの割合は全カチオン中の約半分に達する場合もあった。しかし札幌では、酸性雨であっても全カチオン中における水素イオン濃度の割合は低く、ほとんどの降雨で 10% 以下である。

降雨の酸性度は人間による大気汚染の指標であると一般的には考えられており、単純に降雨 pH を比較した場合には苫小牧の森林を取り巻く環境の汚染度が高いと判断される。しかし、降雨中に含まれるイオン成分を見ると少々異なる見解が得られる。苫小牧・札幌・天塩の各林における降雨に含まれている硝酸イオン(NO_3^-)と硫酸イオン(SO_4^{2-})濃度を較べてみると、平均値では三林とも似たような値を示す。また、アンモニアイオン(NH_4^+)濃度はむしろ札幌や天塩の方が高い値を示す(特に札幌の降雨中のアンモニアイオン濃度は苫小牧の約 3 倍であり、全カチオンの 25~65% を占めている)。降雨の汚染は空気中の硫黄酸化物や窒素酸化物の雨水中への溶解によって起きることから、これらのイオンは大気汚染と特に関連性は高く、森林に降下する雨の汚染度は三つの森林ともあまり変わらない(むしろ札幌で大きい)ことを分析結果は示している。詳しい結果は今後の観測によるが、札幌と苫小牧で採取した乾性降下物(無降雨期間中に森林に降下してくる物質)を採取した水溶液の pH を比較すると、苫小牧の 5~6 に対し札幌で 6~7 と札幌の pH の値が高い。このことは車両の通行により大気中に巻き上げられたほこり等の影響により、札幌における雨水中の水素イオンがやや中和されていることを示唆しているものと考えられる。

長期観測の必要性

現在の所、各北大演習林における降水の顕著な酸性化は苫小牧・札幌等の都市部に限られている(苫小牧における生物機能化学科土壌学講座の研究によると、この酸性雨も林地表面にある有機質層位の緩衝力により森林土壌への影響は小さいようである)。しかし、苫小牧・札幌・天塩の降雨組成を雨龍のものと比較した場合、大気汚染に由来するイオン濃度はすでに数倍から数十倍も高くなっており、今後さらに汚染の度合が高まっていくことも予想される。これらのイオンの森林生態系へのインプットは現在の窒素や硫黄の循環のバランスをくずし、結果的には森林の動態とも深く関わってくるものが考えられる。このような緩やかな変化を追跡するためには超長期視点に立った観測体制の確立が不可欠であり、それが可能なのは演習林だけであろう。森林の変

表一 各林における降雨のイオン組成

演習林		pH	H	Na	NH_4	K	Ca	Mg	Cl	NO_3	SO_4
苫小牧	最高	4.68	178	54	130	99	27	30	70	94	265
	最低	3.75	44	18	13	0	1	5	0	19	9
	平均	4.27	73	37	58	26	8	21	23	54	127
札幌	最高	6.40	110	788	360	119	198	152	642	126	657
	最低	3.96	0	17	46	0	6	1	11	4	32
	平均	5.27	21	133	176	21	58	49	153	43	150
天塩	最高	6.86	40	285	319	92	409	119	297	106	373
	最低	4.40	0	13	18	1	46	10	8	7	25
	平均	5.41	9	91	110	16	118	52	85	44	144
雨龍	最高	7.60	3	32	0	23	2	35	16	12	27
	最低	5.60	0	22	0	9	0	21	0	4	18
	平均	7.00	1	26	0	15	1	33	6	7	23

採取期間：苫小牧・札幌：92年5月～7月、天塩：91年5月～7月、雨龍：88年7月

試料件数：苫小牧(6)、札幌(13)、天塩(9)、雨龍(3)。イオン濃度は $\mu\text{mol/l}$

化が顕在化してからあわてなくてもいいように、しかるべく体制の整備をはかりたい。

付：酸性降下物および渓流水調査・分析マニュアル

観測体制

酸性降下物（雨・雪・乾性降下物）、林内雨、樹幹流、土壌浸透水、渓流水の採取・分析が基本となる。この中のうち林内雨、樹幹流、土壌浸透水はフェノロジー観測の進行状況をみながら考えることとし、とりあえず酸性降下物および渓流水の採取・分析マニュアルについて記す。

酸性降下物の採取

各演習林に送った酸性降下物採取器を露場(100 V 電源の得られる所)に設置する。採取器内部にメンブレンフィルターの付いたポリ容器を入れる。装置は湿性降下物(降雨)と乾性降下物(降雨以外の時に大気中より地表に降下した物質)を別々に採取することができ、降下物の採取はこの装置を使って行う。

湿性降下物

降雨により地表に降下してくるもので、基本的には一降雨毎に採取する事が望ましい。そこで、湿性降下物の採取はそれより 24 時間以内に 5 mm 以上の降雨があった場合の午前 9 時頃とする(その時刻において降雨が続いていても採取をおこない、それ以降の降雨は翌日に採取する)。試料の採取・保存はさきを送付した 250 ml のポリビンでおこなう。

乾性降下物

降雨の無いときに大気中から地表に降下したもので、これは採取装置に付いている降雨検知器により自動的に湿性降下物と区別される。乾性降下物の採取は採取容器を 200 ml(分析条件を一定にするため容量は厳守)の脱イオン水(または蒸留水)で、容器の内壁および底に付着した物質(簡単に言うとホコリ)をポリスマン(ガラス棒の下部にゴムを巻き付けたもの)を使って洗い出す。これを湿性降下物同様に 250 ml のポリビンに採取・保存する。

冬期の酸性降下物(降雪等)

酸性降下物採取装置は基本的に使えない。

冬期の場合、降雪頻度は高く乾性と湿性降下物を区別するのは難しいので、降雪と無降雪期に新雪表面に補足された乾性降下物をあわせて酸性降下物とする。→サンプリング間隔、採取方法は天塩林で試験中

渓流水

直接河川より 250 ml ポリビンにより採取(採取する前にビンの中を二三度渓流水で洗浄する)。また、採取する時の水温と溪流の状況を記載しておく。

採取時期はとりあえず次の時期に行う。

夏期・冬期渇水期・・・例えば 7 月下旬と 2 月上旬。もし、降雨があればその 3～4 日後

融雪最盛期・・・例えば 3 月下旬から 4 月上旬

落葉期・・・できれば落葉最盛期で大雨のあった後

試料の分析体制

3 pH 4.01 標準液で再び pH 電極の校正をおこなう（2点校正。14 ページ）

pH 6.86 標準液の校正が終わったら電極を純水で洗浄し、キムワイブで水分をふきとる。pH 6.86 の標準液を入れたビーカーとは別のビーカーに pH 4.01 の標準液を入れ、2. と同様の操作を行う。校正が終わると再びピッとブザーが鳴って「WAIT」マークの点滅が終わり、校正マーク「4」が点灯する。これで、校正が終了し、電極を純水で洗浄し、水分を乾いたキムワイブでふきとりサンプルの測定を行う。

4. 試料の pH の測定

電極を洗浄し、水分をふきとった後、250 ml のポリビンに入っている試料液に浸す。この時、電極上部にある内部液補充口のゴム栓は外した状態で測定をおこなう。液絡部が浸る状態で電極を二、三度ゆり動かす。pH 計の表示値が安定するまで待ち(サンプルの濃度が薄いので安定するまで時間がかかるが、ここでは約 10 分とする)、表示が安定したらその値を読む。終わったら、電極を取り出して純水で洗浄し、水分をふきとり次のサンプルの測定に使う。

5. 測定の終了（19 ページ）

測定が終了したら本体背面の電源スイッチを OFF にする。電極はスタンドに取り付けた状態で、純水を入れたビーカーに、先端の液絡部より上が水中に浸る状態で保存する。なお電極の上部にある内部液補充口はふたをとって開けた状態にしておく。

※ビーカーの水が蒸発して少なくなってきたら純水を新たに足しておく。

※電極の内部液は液絡部より 1 cm 以上はある状態にしておく。内部液が少ない場合には、あらたに内部液を内部液補充口よりスポイトを使って補充する。

◎ E C 測定法（詳しくは電導度計 CM-30 S の取扱説明書参照）

測定モードの設定・・・一度セットすると後はキーを押さない限り有効

※設定したら電源コードを切らないこと！（設定がリセットされる可能性有り）。

1. 電導度計の電源を ON にして本体の設定を行う（取説 9 ページ参照）

2. 操作部の「S/CONC」切り換えスイッチを押して比電導度測定モードにする。→比電導度モードになると本体の表示パネルの⑦（取説 4 ページ）の単位の所にある「CONC」の左側にあるランプが消える。

3. 操作部の「SET」スイッチを押してセル定数の設定モードにする（表示パネルが取説 9 ページ左下のような状態になる）

4. 使用する電導度セルのセル定数(電極上部のラベルの「CELL CONST」の所に書いてある数値)をテンキーで入力する（取説 10 ページ参照）。数値を正しく入力できたら「ENTER」キーを押して温度係数の設定モードにする（TEMP COEF の LED が点滅する。取説 11 ページ参照）。

5. セル定数と同様に数値(ここでは測定条件を同じくするために、温度係数 2.00%を入力する)。「ENTER」キーをおすと基準温度の設定モードに入る。

6. セル定数と同様に基準温度（この場合は25℃）を入力して、「ENTER」キーを押す。
7. この段階で測定モードはCAL(I)に移っている（CAL(I)のLED点滅を確認）。ここで、もう一度「ENTER」キーを押して測定状態に戻す。
8. 温度補償の選択（取説13ページ参照）→操作部の「ATC/MTC」スイッチを押してATC（自動温度補償）モードを選択する（表示パネルのATCのLEDが点灯）。
9. オートレンジの選択（取説14ページ参照）→操作部の「RANGE/NANU」スイッチを押してオートレンジ（サンプルの電導度の最適範囲を自動的に選択する）を選択する。オートレンジになると表示パネルのAUTOのLEDが点灯する。
10. オートホールドの解除→操作部の「AUTO HOLD」スイッチを押してオートホールドを解除する（表示パネルのAUTO HOLDのLEDが消灯する）。

◎測定（取説15ページ参照）

1. 純水で洗浄し、水滴を拭き取った電導度セルを、電極の極板（セル先端部の黒い小さい板）を保持しているガラス筒の穴（極板の上にある穴）が完全に没するまで試料の入ったポリビンに入れる。

※あまりポリビンのそのの方に近づけない（10 mm 以上底から離す）

2. 試料液にいれた電導度セルは極板等に付着した気泡を除くため、液中で数回軽く上下に振る。特に、極板の間には泡を入れないようにする。

※このときセルを壊す可能性があるので注意！！

3. セルを取り出し、純水で洗浄し余剰の水分をティッシュペーパー等で拭いて次の試料溶液に入れる。

◎測定終了後の操作（取説17ページ参照）

測定が終了したら本体左側の電源スイッチをOFFにする。電極はセルを純水で洗浄し、スタンドに取り付けた状態で、純水を入れたビーカーに、ガラス筒の穴より上が水中に浸る状態で保存する。