



〇〇●● 長野県環境保全研究所ニュース 平成20年(2008年)9月25日発行 ●●〇〇  
 安茂里庁舎 〒380-0944 長野市安茂里米村1978 TEL.026-227-0354 FAX.026-224-3415  
 飯綱庁舎 〒381-0075 長野市北郷2054-120 TEL.026-239-1031 FAX.026-239-2929  
<http://www.pref.nagano.jp/xseikan/khozen> Email: [kanken@pref.nagano.jp](mailto:kanken@pref.nagano.jp)

## 特集 「長野県における酸性雨調査」

### 長野県でも酸性雨？

酸性雨とは一般にpH5.6以下の降水をいいます。純粋な水は大気中の二酸化炭素が充分溶け込むとやや酸性になり、pH5.6を示します。この時の酸性度より低い降水を酸性雨とっています。

酸性雨の原因物質は工場、自動車などから排出される二酸化硫黄や窒素酸化物等ですが、これらは雲を作っている水滴に溶け込んで酸性雨となり降ってきます。これを霧や雪等の場合も含めて湿性沈着とっています。また、雨が降らなくても、大気中の酸性物質はガスや粒子状物質として漂いながら地上に落下しています。これを乾性沈着とっています。最近では、酸性雨を広く捉え、湿性沈着と乾性沈着をあわせた酸性沈着として論じられています。

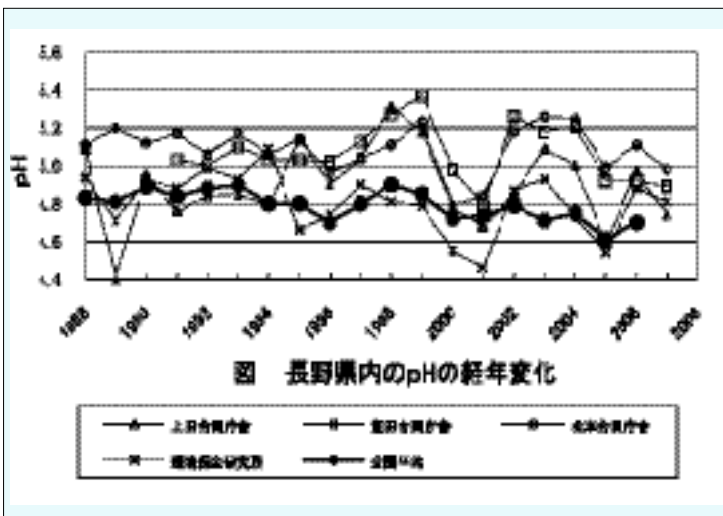
長野県では1984年に酸性雨の調査を開始しました。今までに20地点で調査をしていますが、本格的調査が始まった1988年度から代表的な4地点の年平均pHの推移を図に示します。年平均pHはろ過式降水採取法により1カ月単位で測定した値を、その降水量で重みづけ(月ごとに測定したpHの単純平均ではなく、降水を1年分貯めて測定したと仮定したときのpH値)してあります。年平均pHが最も低かったのは1989年度の上田でpH4.40、また、最も高かったのは1999年度の飯田のpH5.37でした。なお、図

には示してありませんが県内の最も高い年平均pHは、伊那合同庁舎で1998年度に観測された5.74です。また、月単位で見ますと、1991年7月の上田市のpH3.93が最も低く、1996年8月の旧開田村のpH7.71が最も高い値です。図中の全国平均は環境省が公表している値で、降水の捕集方法が異なるため単純には比較することはできませんが、県内のpHは図中の4地点と同様に全国平均より高め(酸性度が弱い)にあります。

酸性雨の原因は火山の噴煙等自然由来のものもあり、酸性物質は国内で排出されるだけでなく、東アジア等からの移流も考えられています。また、汚染物質を含む酸性雨は黄砂中のカルシウム等により中和され、pHが5.6より高くなることもあります。そのため、酸性雨の調査にあたっては降水の汚染実態を知るために、含有する硫酸イオン、硝酸イオン、カルシウムイオン等の濃度も同時に測定しています。

県内では降水による湖沼の酸性化、森林の衰退等の被害は確認されていませんが、河川、湖沼のpHの経年的な低下を指摘する報告もあります。酸性雨による被害を未然に防止するためにも、調査を引き続き実施していく必要があります。

(三浦 温  
kanken-junkan  
@pref.nagano.jp)



## 目次

### 特集 「長野県における酸性雨調査」

- ・長野県でも酸性雨? ..... 1
- ・双子池における酸性雨モニタリング(陸水)調査 ..... 2
- ・酸性雨等による森林衰退調査の結果 ..... 3

- ・降水による河川水の酸性化現象 ..... 4
- 出前講座紹介 ..... 5
- 自然ふれあい講座報告 ..... 6
- 夏休み親子環境講座報告 ..... 7
- 施設公開報告 ..... 8

特集 「長野県における酸性雨調査」

双子池における酸性雨モニタリング（陸水）調査

酸性雨が湖沼・河川などの陸水に与える中長期的な影響を把握するため、環境省では国内11水域（12湖沼）で酸性雨モニタリング（陸水）調査（以下長期モニタリング）を実施しています。長野県内では佐久穂町の双子池で1996年に予備調査が行われ、その結果を受けて1998年以降は長期モニタリングが継続されています。

双子池は北八ヶ岳の標高2050mに位置し、尾根に囲まれたすり鉢状の窪地の底に隣接して並ぶ雄池、雌池の呼称で、上空から見ると誠にふさわしい名前であることがわかります（写真）。湖の成因は、窪地に湛水して出来た大きな湖「古双子池」が溶岩流によって分割され、それぞれ面積2ha弱、平均水深3m前後の2湖沼になったといわれています。両湖共に湖水へ供給される水は集水域に降る降水のみであり、人為的な汚濁源がほとんど無く、清冽な水を湛える貧栄養湖です。

1996年の予備調査等で雄池、雌池は共に水中のイオンの量を示す電気伝導率（EC）や酸性雨に対する緩衝能を示すアルカリ度が低く、酸性雨の影響を調べるのに適していることが示されました。また過去のデータを細かく調べると、雄池、雌池のpHは80年前からそれぞれ7付近、6付近で推移し、両湖のpHは常に約1の差が見られます。同様にECやアルカリ度が雄池、雌池の間で少し差があることもわかりました。これは両湖で酸性雨の影響の受けやすさが異なることを示しており、水質を継続的に調査することにより酸性雨の諸影響が明確になると考えられます。そこで長期モニタリングが実施されることになりました。



写真 上空から見た双子池  
（右：雄池 左：雌池 中央の建物：双子池ヒュッテ）

ところで、隣接する2つの貧栄養湖がなぜ長期間にわたり水質が異なっているのでしょうか。両湖の集水域の地質は共に双子峰溶岩・横岳溶岩で構成され、集水域への降水はガレ場など地表付近を通過して湖内に流入します。ところが詳しく調べると、雄池の集水域の一部にのみ風化が進んだ溶岩が分布していることがわかりました。そこでは降水の一部がその溶岩に深く浸透して岩石成分を溶かし込んだ後、雄池に流入して水質に影響を与えていると推定され、幾つかの調査によりそのことが示されました。これまで同様とされていた両湖への水の供給経路が一部で異なっているために、両湖の水質に差が生じているのです。

さて、酸性雨の影響ですが、1998年以降の長期モニタリングの調査の結果、三宅島の火山ガスの影響と推定される硫酸イオンレベルの上昇が2001年以降に見られるものの、雄池、雌池のpHは以前と同様にそれぞれ7付近、6付近で推移しています。EC、アルカリ度も変動はなく、現時点で降雨による明確な変化は観察されていません。

双子池は過去に雌池で観光客の増加により急激に湖水が富栄養化しました。そこで廃棄物等の適正管理により水質の回復が行われるなど、水質管理を考える上で重要な湖沼です。また2湖沼が隣接しているため、

水質や生態系の比較が可能であるなど、酸性雨関連調査だけではなく、湖沼環境を検討する上でも貴重なフィールドです。

（樋口澄男

kanken-hozen

@pref.nagano.jp)

## 特集 「長野県における酸性雨調査」

### 酸性雨等による森林衰退調査の結果

長野県林業総合センター 育林部 山内 仁人

1970～80年代頃から、欧米各地で樹木の異常落葉や、立ち枯れが発生するなど、原因不明の森林衰退が目立ち始めました。「黒い森」として有名なドイツのシュバルツバルトでは、森林の75%で被害が出たとも言われます。

同時期に湖沼の酸性化による魚類の死滅等も発生し、これらの被害の原因は、大気汚染による酸性降下物が降水（雨・霧・雪）とともにもたらされる、いわゆる「酸性雨」とされ、大気汚染に関する国際間の条約・協定等が締結されるきっかけにもなりました。

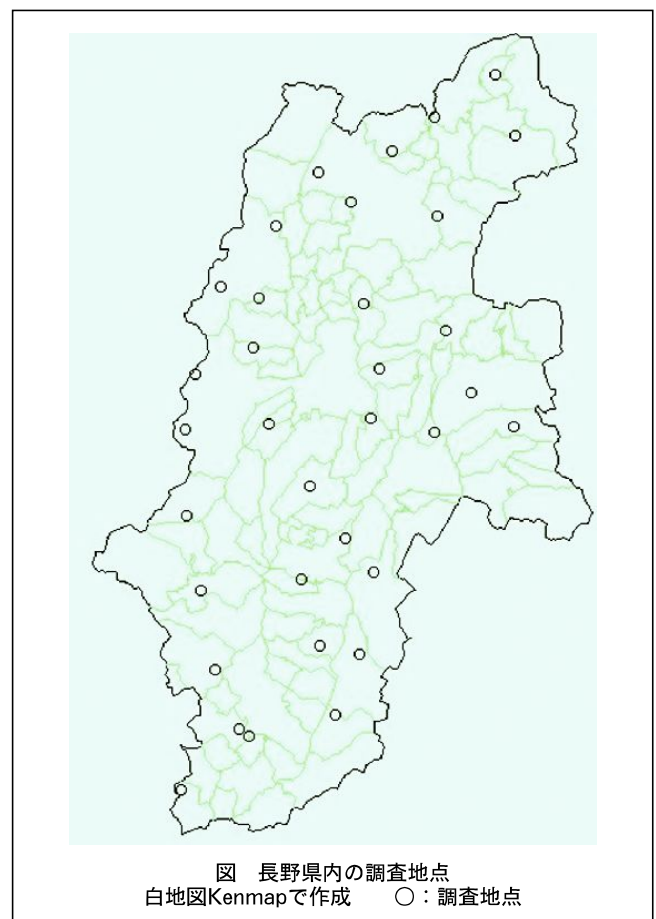
日本でも、同様のことが起こっていることが危惧されたため、全国各地の1000地点以上の森林で、1990～1994年から5年毎に立木の本数や直径、樹高などを測定するとともに、枝や葉の量、葉の色、下層植生などを調べ、樹高成長の停滞や枝葉量の減少、葉色の変化（茶・黄変）、立木の枯死などの異常・変化がないか調査が行われました

長野県内では、34地点の森林（図）が、この調査地となり、県林務部・地方事務所林務課・林業総合センターが調査にあたりました。調査の結果、ほとんどの森林は健全に成長し、大気汚染等に起因する成長異常等は確認できませんでした。

何らかの異常が観察された森林の衰退等の原因は、間伐が遅れたことによる過密化、台風や大雪などの気象害、病虫獣害等が原因で、県内の調査地では、酸性雨が原因と推定される森林衰退は観察されませんでした。また、これらの調査地以外でも、明らかに酸性雨が原因と思われる大規模な森林被害は今のところ報告されていません。

全国の調査地でも、過密化や気象害による森林衰退が増加傾向にあり、林業活動が低下し、間伐遅れの森林が増えている実態が浮かび上がりましたが、酸性雨が原因と推定される大規模な森林衰退は観測されませんでした。

以上のように、1990年から15年間の調査では、長野県内を含む国内の森林で、酸性雨等による顕著な森林衰退は観察されませんでした。しかし、ひとたび森林環境が失われると、その回復は非常に困難です。したがって、間伐等の森林整備を進めるとともに、引き続き森林の状況を注意深く監視していきたいと考えています。



特集 「長野県における酸性雨調査」

降水による河川水の酸性化現象

北欧の国々では、花崗岩地帯に分布する湖沼や河川が酸性化し、魚類や水生動植物が被害を受けた例が報告されています。特に渓流水が雪解けの時期に一時的に酸性化する現象（アシッドショック）が観測され、魚類の大量死が起こるなど生態系に与える影響が懸念されています。わが国でも、屋久島などで河川水のpH低下現象が観測され、調査の必要性が指摘されています。酸性雨はそのまま河川に流出するわけではなく、岩石の風化によって供給される物質による中和や、酸性物質の土壌への吸着といった現象によって中和されてから河川へ流出するので、同じ酸性雨が降っても中和のされかたは地質によって大きな違いがあります。例えば、花崗岩地帯は一般に中和能力に乏しく、長野県南部の山地に分布するこのような花崗岩地帯は、酸性雨に対する感受性の高い地域であるといえます。そこで、1995年に花崗岩地帯の下伊那郡平谷村で渓流水の観測を行った結果をご紹介します。10年以上前の調査ですが、この調査は県内でもっとも酸性雨の影響を受けやすいと思われる地域の現状を把握する目的で行ったものです。調査から数十年後に同様な調査を行えば、酸性化が進んでいるかどうか分かるので、比較データとしての活用が期待されます。

装置は一部手作りで、大気連続測定機のポンプを使って渓流水を連続で汲み上げ、卓上型のpH計で連続測定しました。この装置の概要は図1のとおりです。水をくみ上げる段階で砂などが分離され、意外とうまく水をくみ上げることができました。結果は図2のとおりです。観測期間中のpHは6.09～6.63の範囲の値を示し、渓流水としては低めの値でした。4日、21日および22日の降雨時にはそれぞれ0.3～0.4の幅でpHが低下し、酸性雨の影響による渓流水のpH低下現象が確認され、最低値は22日の6.09でした。しかし、pHの低い状態は長続きせず、1日後にはほぼ元の水準に回復しました。24日以降のpHは日中高く夜間に低い日変化（波線）が見られ、水温変動の影響が現れたものと

考えられます。

以上、降雨時の渓流水pHの測定事例をご紹介しました。河川水のpH測定は、ガラス電極を水中に入れるだけで測定できるので、測定の操作は簡単ですが、電極が温度の影響を受けること、指示値が安定するまでに時間がかかること、渓流水のように水温が低くて溶けている成分の濃度が低い場合には指示値が変動しやすいこと（緩衝性が低いといいます）などのため現場での測定はなかなか難しいものです。従って渓流水が酸性化しているかどうかの判断は、pHのみでなく、アルカリ度と呼ばれる指標やイオン成分の濃度も合わせて見ていく必要があると考えています。

県内の一部の河川については、pHの経年的な低下傾向が見られるとの指摘もなされていることから、河川の酸性化については今後も注意深く見守っていく必要があります。

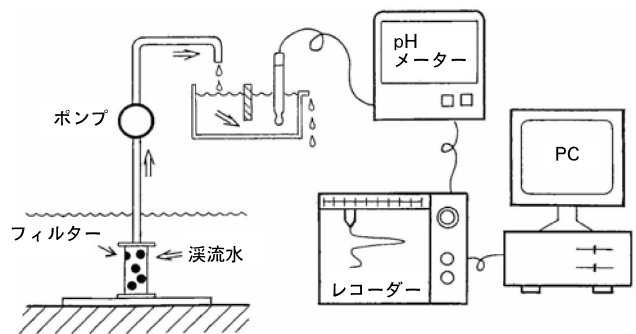


図1 pH連続測定装置

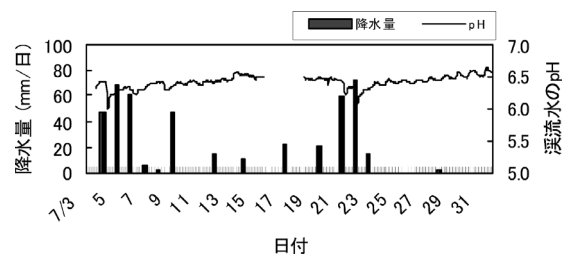


図2 渓流水のpHと降水量

参考）環境科学会誌,11,131-138（1998）

（鹿角孝男 kanken-junkan@pref.nagano.jp）