降水の連続酸性現象と（高 層）気象

小 山　功　古明地 哲 人　石 黒 辰 吉

1　は じ め に

湿性大気汚染を含めた降水汚染現象は大気汚染現象としては特殊な問題性をもっている。一般に大気は希釈拡散作用をもっているが，雲水や降水などは大気汚染質を濃縮したり，高濃度のまま長距離搬送したりすることがある。推定発生源から1,０００km以上も離れた地域で，酸性降水現象が問題になっていることもあり，１９８０年代の最大の公害問題になるであろうといわれている。[1)]

わが国において，降水の酸性化は梅雨前線などの前線に伴ない発生するとされていたが，停滞前線の影響による降水以外でも，しばしば酸性降水が観測されていた。本報告は，降水が低 pH 値化（3.4以下）したり，広範囲に酸性化（pH 3.9以下）したときの天気の気圧配置分類およびある期間連続して酸性化した場合について地上天気図および等圧面天気図を用いてそのときの気象条件等の解析検討である。

2　降水の酸性汚染特性

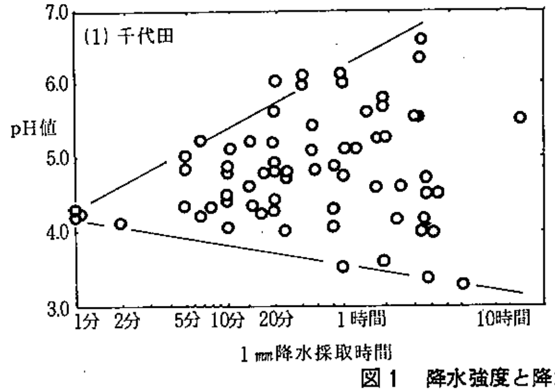
(1)　調査地点および調査期間等について

降水の採取地点は，千代田（有楽町），大田（南大森東糀谷），板橋（中台，舟渡），調布（調布ケ丘），多摩（愛宕，落合），青梅（友田），奥多摩（峰谷）の７地点で，解析にあたって，使用した試料採取期間は，１９７５年２月から７８年３月の間であった。採取地点，採取分析方法等の詳細は前報および酸性雨に関する調査結果(2),(3)等で報告した[2)3)4)5)]。

(2)　降水強度と pH 値の関係

降水強度の変化が，汚染質濃度特に pH 値にどのような影響を与えるかを検討した。降水中の大気汚染質を pH 値で代表させ，降水強度との関係を湿性大気汚染調査報告書（地上編）[5)]から作成した（図１）。千代田および平塚を海岸沿いの地点として，多摩および熊谷を内陸の地点としてみると，海岸沿いの地点では降水強度が弱いと pH 値はばらつくが，降水強度が強まると pH 値は4.0～4.3に収束する傾向にあった。熊谷では降水強度が強い場合の採取が不足していた（実際には採取しているが時間記録のみ欠落していた）ので多摩の測定結果からのみの判断だが，内陸の地点では降水強度が強まってもばらつきが大きくあまり収束していなかった。

雲水や降水の汚染質の捕捉はレインアウトやウォッシュアウト等によるが，海岸沿いの降水と内陸部の降水では汚染質の捕捉率に差があるとは考えにくい。しかし，降水強度が増すと pH 値に差がでてくるのは何故であろうか。解明の鍵は雲水の初期の段階での汚染質濃度および雲水から降水への変化時点での汚染質濃



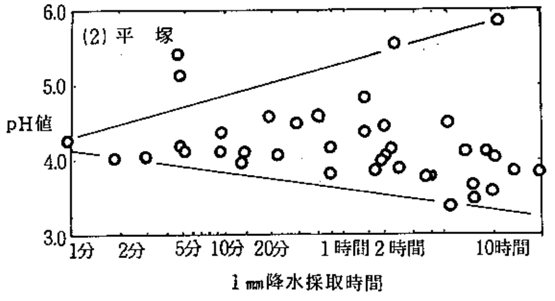


図１　降水強度と降水の pH 値の関係(1)

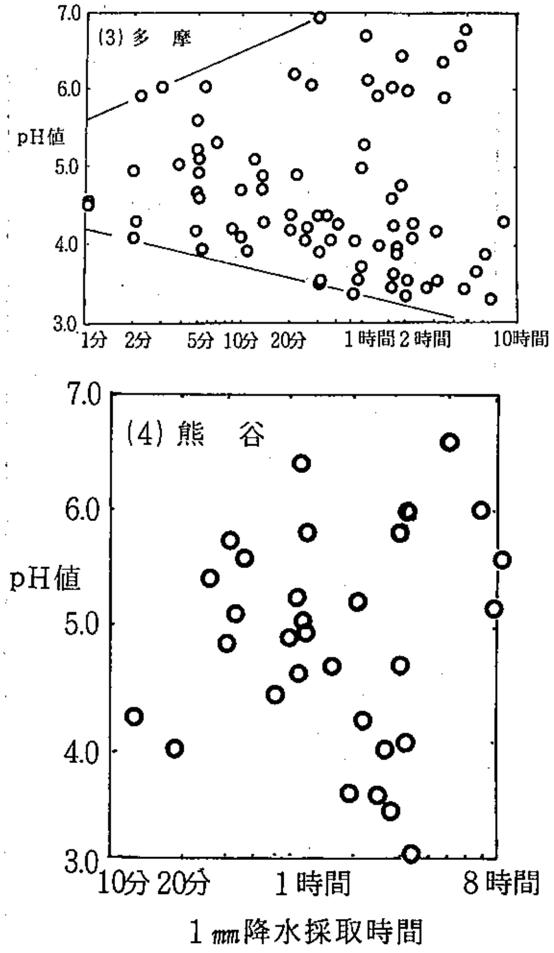


図1　降水強度と降水のpH値の関係(2)

度等を知ることにあるが，現在までの研究規模ではこれらの前駆現象を調査することは不可能であった。地上に落下してくるまでの過程から推定すれば，内陸部の方が海岸沿いよりもレインアウトの影響をより強く受けているためであろう。

(3) 降水量増加に伴う降水のpH値の変動について

降水は初期に濃度が高く，降水量増加に伴い濃度が下るとされてきたが，最近の降水ではどうなっているのかを検討し，表1に示した。

大半の降水は中位（pH値は4.0～6.9）であった。1降水期間全部が酸性（pH値は3.9以下）の場合は1.1～17.5％となっていたが，多摩がずば抜けて多く，続いては奥多摩が多かった。しかし，この内約半分の降水は1検体（1㎜降水以下）であった。初期に酸性で後に中位になる場合は1.8～12.5％であった。千代田が少なく，多摩が多いのは終始酸性であった場合に似た傾向であった。降水が始め中位で後に酸性であった割合は3.4～8.5％であり，地点間差はあまりみられなかった。始め酸性後に中位になる割合よりは，始め中位後に酸性になる割合の方が，多摩を除けばいずれも多かった。

(4) 降水の連続酸性化現象について

酸性降水を調べるにあたって，1降水（原則は5㎜までの5検体）中に1検体以上酸性降水が含まれていた場合を酸性降水（日）とした。ある地点である降水が酸性化したときに，他の地点においても同日に酸性化した場合は5回，つぎの降水日以後も酸性化した場合は36回あった。1地点で1降水のみの場合は20回

表1　降水量増加（5㎜まで）に伴う降水pHの変動

（単位％）

地点	地域	降水採取回数	PH値は低く(<4.0)一定	始め低く後に上る傾向	pH値は始め中位で後に下る	pH値は高い(>7.0)ものがある	中位（4.0≦pH＜7.0）			調査期間
								10<EC<200	EC<10	200<EC	
千代田	都心商業	287	1.1	1.8	8.3	5.3	85.2	79.1	4.3	1.8	1975.2～1979.3
大　田	京浜工業	294	3.4	2.7	3.4	3.8	86.8	79.3	2.7	4.8	1975.2～1979.3
板　橋	内陸工業	215	2.8	2.4	3.7	1.4	89.8	77.7	9.3	2.8	1975.3～1979.3
調　布	郊外住宅	362	5.8	5.2	6.4	1.9	80.7	69.1	8.8	2.8	1975.2～1979.3
多　摩	丘陵住宅	308	17.5	12.5	8.4	2.9	58.8	49.7	7.1	2.0	1975.6～1979.3
青　梅	山麓住宅	377	2.9	5.3	8.5	0.3	83.0	59.7	21.2	2.1	1975.2～1979.3
奥多摩	山間地	194	9.8	3.6	5.7	5.2	75.7	37.6	33.5	4.6	1975.9～1979.3

注：pH値は低く一定の欄の約50％及びpH値は高いものがある欄の30％（奥多摩）から50％（千代田）は1㎜降水以下の検本である。EC（導電率）の割合はpH値中位の中での割合である。

単独で連続し酸性化した場合は4回あった。

降水のｐＨ値が高位（7.0以上）になった場合は，1地点の単独のことが多く１８回あり，連続または2地点で同日になったことは9回あった。

これらの降水の特徴を日系列にまとめたのが表2である。前後の降水日が酸性化しており，1～2回中位の降水日になった場合でも前後の状況からみて連続酸性降水期間とみなした方が合理的な場合は，通して連続酸性期間とみなした。連続酸性化期間は１９７５年が5月下旬～6月上旬，6月下旬，１９７６年が6月上旬，8月下旬～9月上旬，9月下旬，１９７７年は6月～9月上旬，9月中旬，１０月中旬，１２月中旬から１９７８年2月，3月中旬，4月末～5月上旬，6月末～7月上旬，7月下半期および9月以後1979年2月末まで続いていた。

3　降水の連続酸性化期間とそのときの気圧配置

(1)　降水の低ｐＨ値出現日および広域酸性化降水の出現日の気圧配置

期間中の降水のｐＨ最低値は3.1で3回出現していた。低ｐＨ値（3.4以下をいう）の検体の出現日は38日あった。また低ｐＨ値は出現していなかったが，3地点以上の広域において酸性化（ｐＨ3.9以下の場合）したときは14日あった。これを地上天気図の気圧配置で類型化すると6類型に分類できた。

ア　第1類型：太平洋に停滞前線，日本海に弱い低気圧がある場合

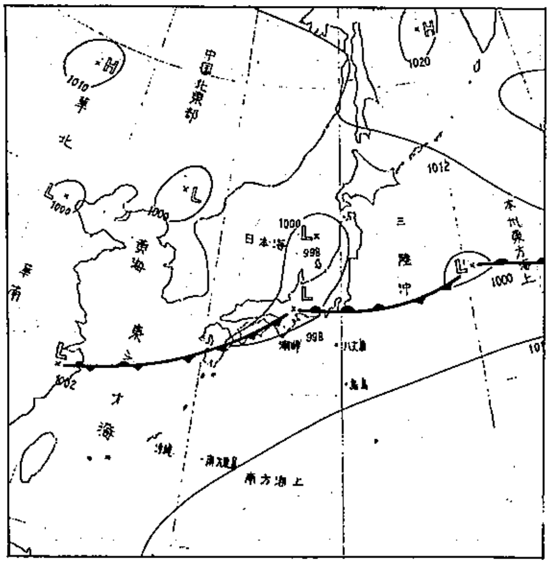
関東地方の太平洋沿岸から鳥島付近の間に停滞前線が横たわり，日本海の北陸近海にも弱い低気圧がありゆっくり東進している場合に，酸性降水が降ることがよくあった。停滞前線のかわりに弱い低気圧のこともあった。本類型の代表的な例を図2に示した。東京への前線や低気圧の影響は弱く，従って降水強度も並雨（0.5㎜／分）以下と弱いときが多かった。季節的には夏期を除いた秋霖期から梅雨期までに出現していたが，特に梅雨期に多く出現していた。低ｐＨ値の出現した日は１０日，広域に酸性降水のあった日は6日あった。本類型の気圧配置で，比較的きれいな降水の降った日（全ての検体のｐＨ値は中位で，3地点以上で導電率値１０μ℧／㎝未満が出現していた場合にいうことにする，以下きれいな降水日という）は2日あった。

表2　ｐＨ値変動のかたより期間（周期）

期　　間	ｐＨ値の特徴	導電率値の特徴（ＥＣ）
1975.2. 8～　2.21	中位（4.0≦pH＜7.0）	
3. 5～　4.14	高位（pH≧7.0）	高い（＞200μ℧／㎝）
5.27～　6.10	低位（pH＜4.0）	
6.21～　6.30	低位	
8. 6～　9.17	調布以東高位 多摩以西中位	高い 低い（＜10μ℧／㎝）
9.23～1976.5.26	中位	9.23～11.7 5.18～5.24　}低い
1976.6. 1～　6. 7	低位	
6. 9～　7. 3	中位	低い
8.10～　8.24	中位	
8.25～　9. 3	低位	
9. 7～　9.15	中位	低い
9.20～　9.25	低位	
10. 2～　10.13	青梅が低位	
11.13～　11.18	中位	低い
11.20～1977.3.22	中位	単発的に高い
1977.3.23～　5.15	中位	低い
6. 2～　9. 4 9. 5	奥多摩を除き低い	
9. 5～　9.10	中位	低い
9.11～　9.15	低位	
9.17～　10. 3	中位	低い
10. 7～　10.10	低位	
12.16～1978.2.28	低位	
1978.3. 4	中位	低い
3. 5～　3.22	低位	
3.28～　4.11	中位	奥多摩方面低い
4.12～　4.13	低位	
4.29～　5.11	低位	
6. 4～　6.27	地点降水ごとに高低まちまち	
6.28～　7. 8	低位	
7.14～　7.28	低位	
9. 1～　10. 5	低位	
10.15～　12.23	奥多摩中位，他は低位	奥多摩低い
1979 1. 7～　2.28	奥多摩中位，他は低位	奥多摩低い

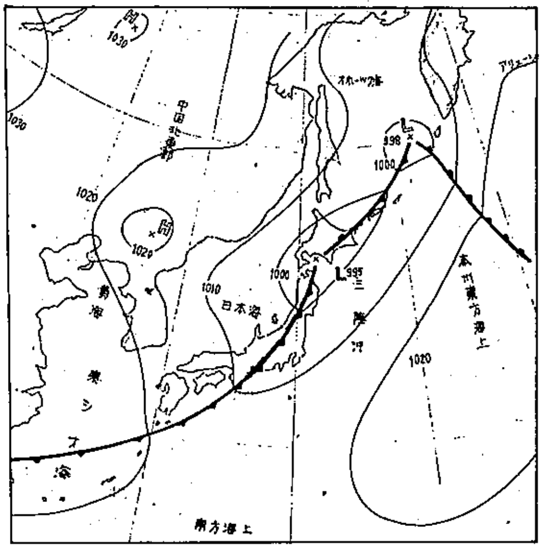
注1：各地点とも1㎜降水ごとに5㎜まで測定した。

注2：pH値が高い……高いことがあった（1検体以上）



1975年6月25日21時

図２－１　太平洋に停滞前線，日本海に低気圧のある場合の例



1977年12月17日9時

図２－２　気圧の谷の通過の場合の例

図2に示した１９７５年6月２５日の例は，東京で湿性大気汚染による被害者が発生した日であった。この日の降水は，調布が低 pH値で，多摩および青梅が酸性（pH値はどちらも3.5が出現）であった。当日の気圧配置は，本州南岸に梅雨前線があり，日本海近海の低気圧は一つが去るとまた別の低気圧が近づいてきていた。

イ　第２類型：気圧の谷の本州横断型

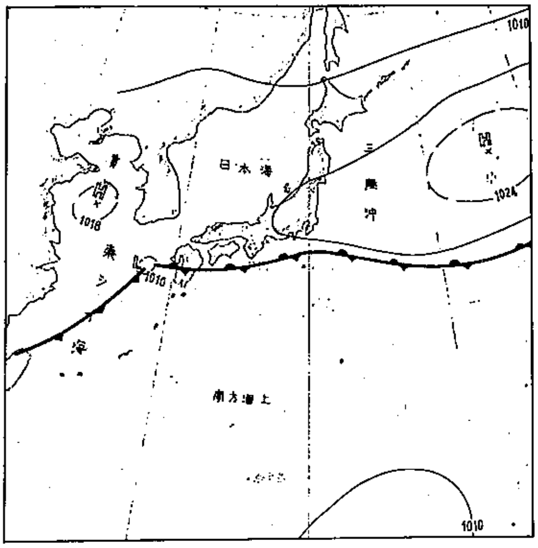
大陸には非常に強い高気圧があり，九州付近にまで張り出していた。また別の強い高気圧がアリューシャン南方から本州東方海上にあり，本州の太平洋東岸に張り出していた。このため本州は気圧の谷に入っていたが，２つの高気圧のうち，大陸の方が少し強いため気圧の谷はゆっくり本州を横断する形で西から東へ移動していっていた。気圧の谷の通過に伴ない降水が降ることがあるが，この降水が低 pH値になった日は10日あった。出現季節は秋から初冬にかけてと春であった。例を図２－２に示した。

本類型で３地点以上が酸性化した日は４日あった。逆にきれいな降水日も４日あった。

ウ　第３類型：北高南低型

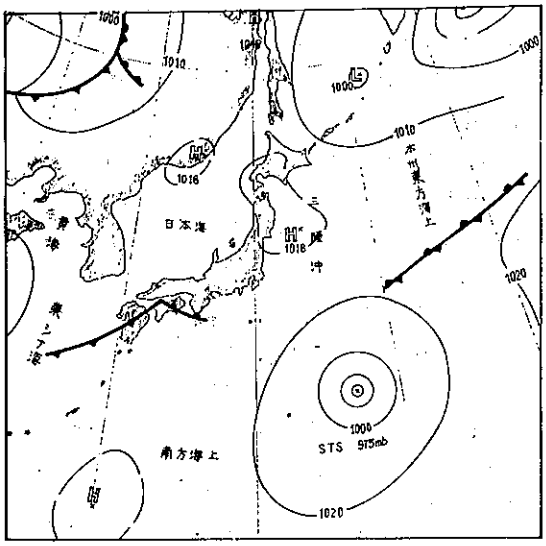
北緯40°付近から北に高気圧があり，本州北部を覆っていた。八丈島付近から南の北緯30°付近の間に前線又は低気圧のある類型で，例を図２－３に示した。本類型で低 pH値が出現した日は9日あった。同日に３地点以上で酸性降水がみられたことは６日あった。

本類型では本州付近の気圧は弱く，天候は変り易かった。このため，本類型で２日以上連続して降水が酸性化することはなかった。出現の季節は夏に多いが，他の季節でも降水は酸性化していた。本類型によるきれいな降水の日はなかった。



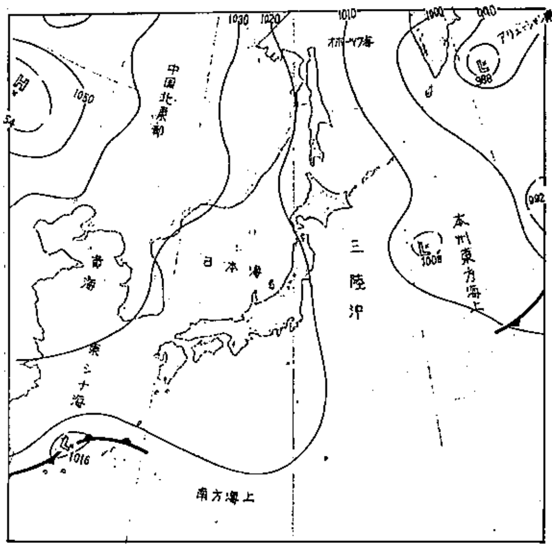
1978年9月28日21時

図２－３　北高南低型の場合の例



1977年10月7日21時

図２－４　台風の影響下にある場合の例



1978年２月14日９時

図２－５　西高東低の場合の例

エ　第４類型：台風の影響型

台風が本州に上陸したり，接近したときは強雨になるため，多くの降水のｐＨ値は中位になっていた。まれに，降水のｐＨ値は高位になったり，きれいな降水になったりしていたが，酸性化するようなことはなかった。しかし，台風が本州に接近せず，南方海上約1,000㎞付近をゆっくり北上していく間で，しかも本州付近の気圧が緩んでいたり，太平洋近海にある前線を刺激した場合に酸性降水になることがあった。

本類型の例を図２－４に示したが，降水が低ｐＨ値化した日は７日あり，その内２日は同日に２地点で低ｐＨ値化していた。７日のうち，５日は前線で刺激したものだが，２日は台風が遠地点の南方海上から東京の空に直接影響を与えていた。広域に酸性化した日は１日あった。きれいな降水日は弱い熱帯性低気圧が四国の南方海上から東京に直接影響を与えていた１日であった。本類型が出現した時期は８月から10月上旬にかけてであった。

オ　第５類型：西高東低型

大陸の高気圧は非常に強く，本州全体を勢力圏内に置いていた。アリューシャン南方には発達した低気圧があったが，勢力は本州東方海上にまでしかおよんでいなかった。しかし，本州上の等圧線は緩みきっていた。このようなときに降る降水に酸性化がみられることがあった。図２－５に例を示したが，本類型による降水が低ｐＨ値化した日は連続した２日であり，広域的に酸性化した日は１日あった。この類型は冬に出現していた。きれいな降水日はなかった。

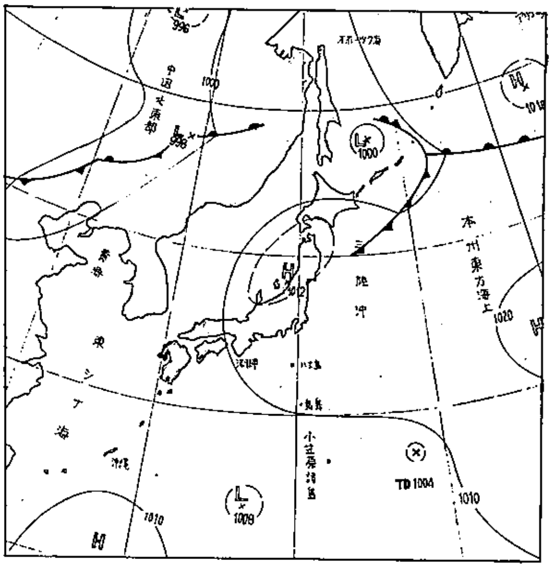
アからエまでの類型に比べ，本類型による酸性降水日が少ないのは，このような気圧配置で東京に降水をもたらす場合が稀であるためだろう。

カ　第６型：ゆるい下り坂型

本州東方海上にある高気圧が東へ除々に後退していった場合および本州を南北にはさむ，弱い高気圧がゆっくり東進していった場合で，両者とも西から強い低気圧が近づいてくるようなことはなかった。本類型を図２－６に示したが，降水が低ｐＨ値化することはなかった。しかし，降水が酸性化した日は３日あった。出現季節は夏と秋であった。本類型では降水が低ｐＨ値することはない上に，酸性化した日も少なかったが，特異的な気圧配置であったために特に類型として入れた。

(2)　降水の酸性化周期と気象

降水の酸性化がある期間連続する場合がよくあることは２(4)で述べた。何故連続して酸性化するかを解明するため，梅雨期，台風の影響のある時期および典型的な冬型の３つの期間について地上天気図および等圧面天気図から気圧移動図を，地上，８５０mb，７００mbおよび５００mbについてそれぞれ作成し，検討した。



1978年7月8日9時

図２－６　ゆっくりした下り坂の場合の例

ア　停滞前線型（１９７５年６月２１日から６月３０日までの例）

本期間中の降水の酸性化状況を図３－１に示したが，本期間中では，西にゆくほど酸性化していた。３（１）の類型によると，２１日と２９日が第３類型で，２３，２５，２８および３０日の各日は第１類型であった。

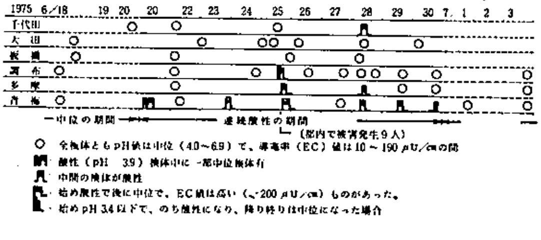
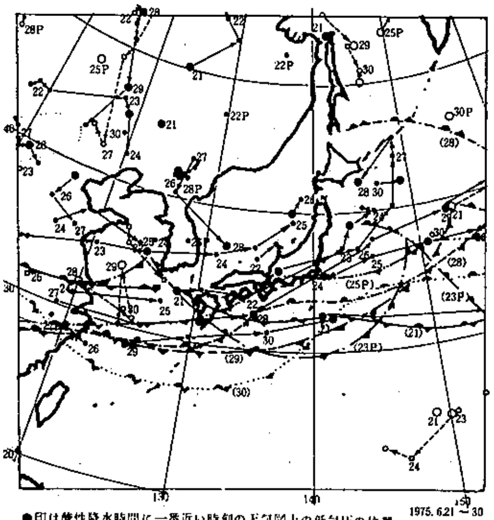


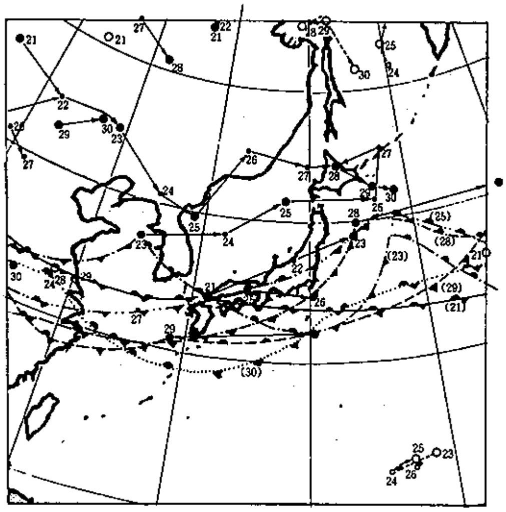
図３－１　梅雨期の降水の酸性化状況の例

本期間は２種類の類型であった。これらの類型で降水が連続酸性化していたわけだが，これらの類型を維持してきた気象要因は何だったのであろうか。まず，地上の気圧はどう移動したかを地上気圧移動図（図３－２）で示した。図中の●，•は低気圧の位置で，○，◦は高気圧の位置である。大印は酸性降水時間に近い日の９時又は２１時の気圧の位置で，小印はその他の９時又は２１時の気圧の位置である。梅雨前線を伴った低気圧は期間中に太平洋側を３回通過していた。日本海側には３つの弱い低気圧が発生していたり，通過していった。小笠原高気圧はまだ発達が弱く，南東海上にとどまっていた。



●印は酸性降水時間に一番近い時刻の天気図上の低気圧の位置
○印は　〃　〃　〃　高気圧の　〃
•印はその他の時刻の天気図上の低気圧の位置
◦印は　〃　〃　高気圧の　〃
記号の脇の数字付は９時の気圧の位置で，数字は日付
記号のみ及び記号の脇の数字にPが付いているものは，数字の日の21時の気圧の位置

図３－２　地上気圧移動図



●印は酸性降水時間に一番近い日の低気圧の位置
•印はその他の日の低気圧の位置
○印は酸性降水時間に一番近い日の高気圧の位置
◦印はその他の日の高気圧の位置
印の脇の数字は日付
気圧の位置確認時刻は各日とも21時

図３－３　８５０mb気圧移動図

つぎに，８５０mbの気圧配置である。８５０mb

は地上1,３００～1,６００mの高度にあるため，地上の障害物の影響はなくなり，また弱い気圧は消えていた。図３－３に本期間中の８５０mbの気圧移動図を示したが，地上の気圧の移動位置より，１０～３0′北に片寄っていた。梅雨前線も低気圧同様北に１０～５0′片寄っていた。

７００mbの気圧移動図を図３－４に示した。図中の記号のもつ意味は８５０mbの気圧移動図に同じであるが，７００mb等圧面は地上2,９００～3,２００mにあるため，わが国においては地形の影響は中部山岳地帯を除いてあまり受けていない。７００mb等圧面での気圧はさらに単純化しており，本期間中の通過気圧は，低気圧が２個だけであった。２個とも，850 mbの低気圧の位置よりもさらに北側にズレていたが，北海道より東の海域に達すると，８５０mbの低気圧と共に地上の低気圧の位置とほぼ一致していた。700 mbにまで上昇すると梅雨前線は消えていた。

さらに上空の５００mb等圧面の気圧の位置はどうであろうか。５００mbの等圧面は5,300～6,000 mにあるため，わが国においては地形による障害は受けていない。５００mb気圧移動図を図３－５に示したが，本図は地上～７００mbの気圧移動図より，少し広い地域で示した。小笠原高気圧は，期間中にあまり動きはなかったが，バイカル湖の北にあった高気圧およびオホーツク海にあった高気圧は北に深く食い込んでいたため，その中間にはさまれた低気圧は南北の動きしか示さなかった。これがブロッキング現象で，そのため移動性の低気圧は，これらの気圧の南側を迂回していた。迂回するコースが一定するため，そこに停滞前線が発生し，その前線や低気圧のために何回か酸性降水がもたらされていた。

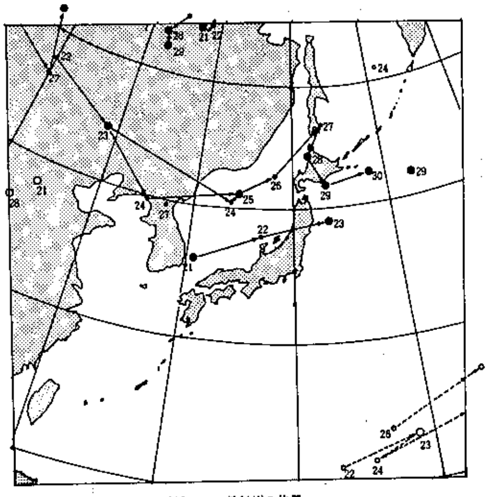


図３－４　７００mb気圧移動図

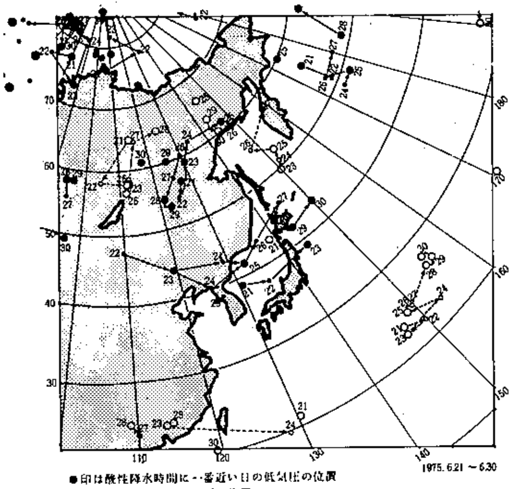


図３－５　５００mb気圧移動図

本期間の特徴は，シベリア上空でブロッキングされていたため，移動性低気圧は，その南側を通っていた。これを地上でみると，本州の南に１本の低気圧通路ができており，毎回同じような位置を通るため停滞前線で接続されていた。また日本海を通る低気圧も弱いため，東京の雨は弱雨（0.0５～0.５㎜／分）のことが多く，このような雨のときに酸性降水がよくみられた。

イ　台風の影響型（１９７７年１０年７日から同月14日までの例）

降水の酸性化状況は，７日夜から８日朝までの青梅がｐH 3.4～3.7，奥多摩は１㎜降水でｐH 3.4で，調布と多摩は中位の降水であった。８日夜から９日朝にかけての降水ｐH値は多摩が3.2～4.0，青梅がｐH 3.7～3.9，奥多摩が初期降水がｐH 3.5，その後は

4.0～4.1，大田は3.8～4.1，板橋は3.9～4.5，千代田は4.2～5.6の間であった。さらに後の降水のpH値は多摩で１０日に3.3，１４日に3.7～3.8であり，他の地点では１１日と１４日に中位のであった。降水の酸性化状況を気圧移動図と共に図４に示す。

地上気圧配置からみると７日には三陸沖から八丈島を通り九州に伸びる前線があり，鳥島の南東海上には台風１４号があった。８日には潮岬付近と鳥取沖に低気圧が発生し，東進していた。また台風も鳥島の東にさらに９日には本州東方海上に進み，１０日にははるか東の海上に抜けていた。低気圧は９日には八丈島付近と新潟に，１０日には前者は三陸沖に進み，後者は消えていた。その低気圧から前線が南方海上に達していた。１１日には大平洋の前線は少し東に進み，日本海に大陸から押し寄せてきた前線はさらにアリューシャン方面に去っていた。その後１３日には東シナ海から本州中部上に高気圧が進み，１４日には北海道東方海上に去っていった。５００mbの等圧線移動図からみると，７日から低気圧がバイカル湖の東に南下してきていた。そこから東に向きをかえ，ゆっくり進み11日にはオホーツク海北部に達するが，その後１４日まで停滞していた。また１０日には別の低気圧がモンゴール北部に南下しだし，１４日にはバイカル湖の南東

図４－１　台風の影響された場合の降水の酸性化状況

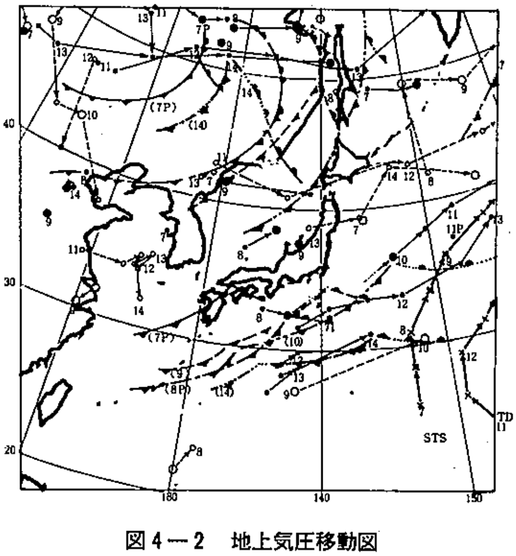


図４－２　地上気圧移動図

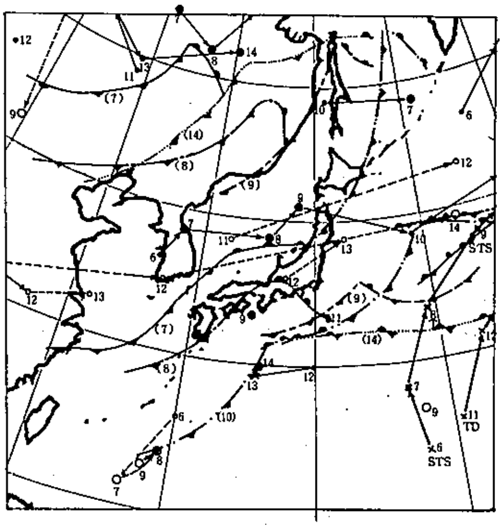


図４－３　８５０mb 気圧移動図

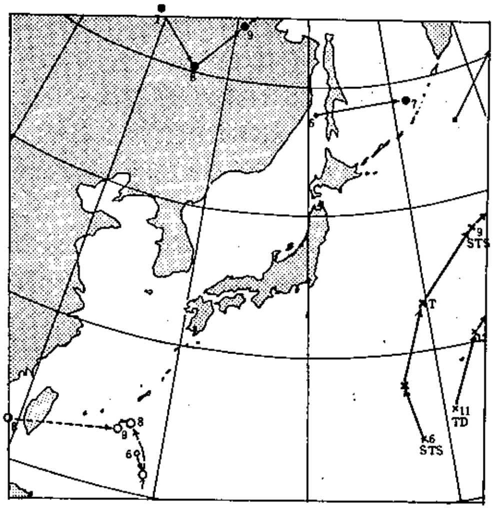


図４－４　７００mb気圧移動図

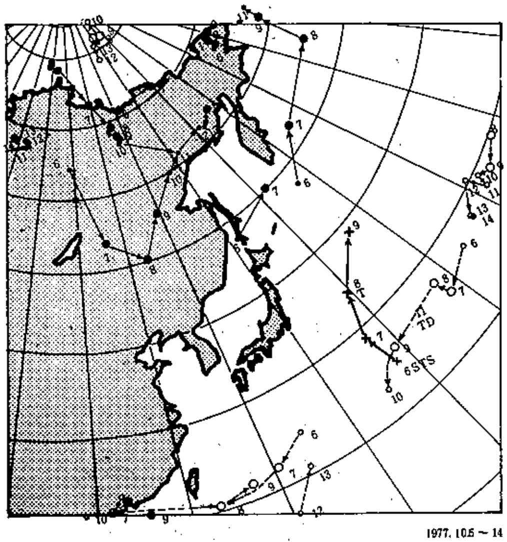


図４－５　５００mb 気圧移動図

にまで達していた。南方海上は台風の発生を除けば終始高気圧に覆われていた。このため本州上空は前半がジェット気流の通り路になっていたが，後半の等圧面の傾斜は緩んでいた。８５０mb と７００mb の等圧面移動図では，台風の目は地上気圧移動図と同じ位置にあった。低気圧は７日から１０日まで中国東北部にあったが，１１日にはオホーツク海北部に移動していった。しかし次の低気圧がモンゴールに進駐してきたので日本を覆う等圧線は東西に延びたままであった。８５０mb 気圧移動図によると本州はるか南方に前線が横たわり続けていたためその北部の日本上に高気圧がこの期間の後半に発生していた。

７日から９日の降水は台風の影響型であった。しかもこの期間に降った降水はかなり酸性化していた。

ウ　北方低気圧張り出し型（１９７８年2月9日から同月１５日）

降水は９～１２，１４，１５の各日にあった。本期間の降水が最もよく酸性化していた。降水の低pＨ値化した地点は調布，多摩および青梅であった。酸性化した検体は大田の大半が，青梅，多摩，奥多摩，板橋の各地点は半数あった。千代田は全検体とも中位であった。降水日の酸性化状況を気圧移動図と共に図５に示した。５００mb の気圧移動図によれば，カムチャッカ半島からオホーツク海に強い低気圧が終始張り出していた。このため７００mb の等圧面

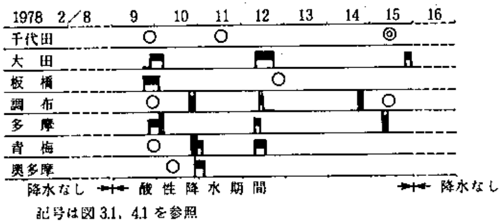


図５－１　冬期の降水の酸性化状況の例

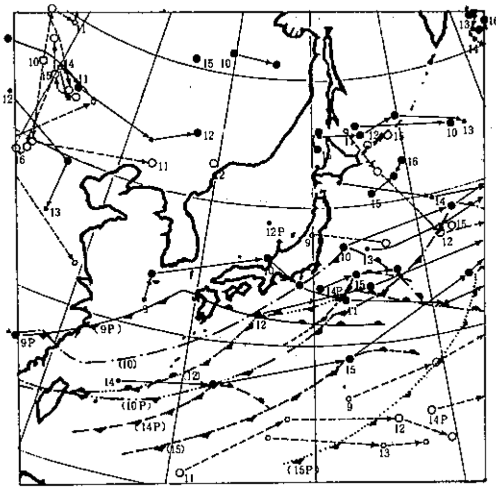


図５－２　地上気圧移動図

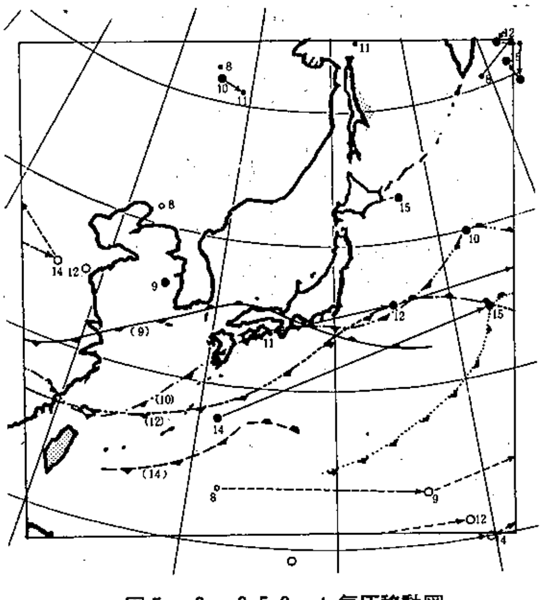


図５－３　８５０mb 気圧移動図

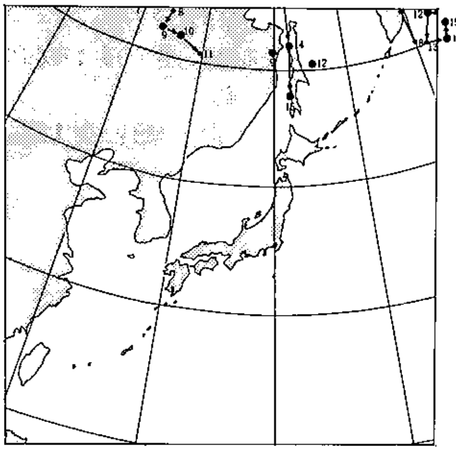


図５－４　７００mb 気圧移動図

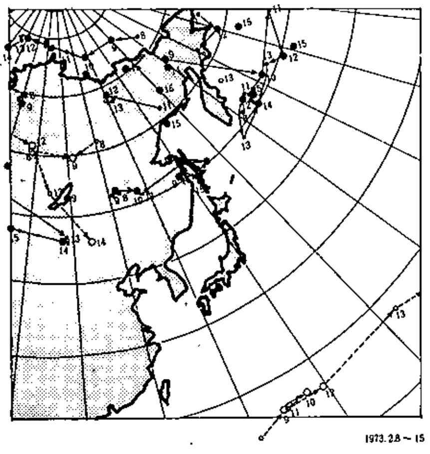


図５－５　５００mb 気圧移動図

は本州中部から鳥島付近の間を東西傾むいたままであった。８５０mb では前線が本州南部から南方海上までの間を北上したり南下していた。地上の前線も850 mb の前線とほぼ同じ位置を，期間中上下していた。9日の夜は華北の高気圧から発生した移動性高気圧が本州を通り，三陸沖に抜けていった。その後を前線を伴った低気圧が北上してきて，９日には本州南部，10日には三陸沖まで進んでいった。これに伴ない東京の広域にかなり強い酸性降水をもたらしていた。天気図類型からみると気圧の谷型に近い北高南低型であった。１０日は，太平洋に前線，日本海に低気圧型であった。１２日は，太平洋に前線をもった北高南低型であった。１４日および１５日の天気図類型は西高東低型であった。１５日の多摩の降水は霧であったが，そのｐH値は3.4であった。

本期間の酸性降水の気象的特徴は，北方の強い低気圧が長期間居座っていた，また南方の高気圧ははるか遠くにあった。このため，本州付近は気圧のゆるみがあり，そこで弱い低気圧や前線が発生し，酸性降水をもたらしていた。

４　ま　と　め

①　海岸に近い千代田および平塚は，降水強度が増すと，ｐH値は4.1～4.3に収束する傾向にあった。内陸地点の多摩および熊谷の降水強度とｐH値の相関ははっきりしなかった。

②　降水量増加に伴うｐH値の変化は，多摩を除き降水回数の７６～９０％は中位のままであった。降水量１㎜以下のものを含め，ｐH値が終始低位だった降水の割合は１～１８％であった。降水のｐH値が始め低位で，後に中位になった場合も２～１３％と，地点によりかなり差があった。多摩は他の地点に比べ，ｐH値が低位のものが多いので，今後とも注目する必要があろう。

降水のｐH値が始め中位で，後に酸性化する場合は，３～９％であった。

③　降水がある地点で酸性化すると，その後の降水も酸性化したり，他の地点も酸性化する傾向が強かった。

④　１地点でも降水の低ｐH値（3.4以下）化した日および３地点以上の降水が酸性化（ｐH 3.9以下）した日の気圧配置類型をみると，太平洋に前線・日本海に弱い低気圧型，気圧の谷型，北高南低型，台風の影響型，西高東低型，およびゆるい下り坂型の６種類になった。いずれの場合も本州付近の気圧は，絶対的に支配できるようなものはなく，不安定なことが多く，太平洋側に前線が発生している場合が多かった。

⑤　降水の酸性化の連続期間と上層の気圧配置をみるとブロッキング現象が発生していた場合，台風が本州付近の前線を刺激していた場合，および北の低気圧が強く張り出していた場合があった。いずれの場合も，本州上には高気圧や低気圧の強いものはみられなかった。

参　考　文　献

1）日経産業新聞：１９８０年8月２９日.

2）小山　功ほか：初期降水のｐＨ値・導電率値の経年的変化からみた地域別汚染特性，東京都公害研究所年報（１９８１）.

3）「酸性雨」に関する調査結果（第２報）：東京都公害研究所，昭和５４年３月.

4）「酸性雨」に関する調査結果（３）：東京都公害研究所，昭和５５年３月.

5）湿性大気汚染調査総合報告（地上編）：環境庁，昭和５５年４月.