

徳山試験地における酸性雨調査

中根勇雄・秋田 豊・柴田泰征・中井 勇

はじめに

京都大学農学部附属演習林徳山試験地では、1993年4月から酸性雨調査を開始し、その結果の一部はすでに報告した^{1・2)}。これまでの調査で明らかにされたことは、降雨初期の雨や降霧を伴う雨は晴天や曇天時に降る雨に比べて酸性度（pH値が低い）が高い傾向にあった。徳山湾には石油コンビナートがあるが、山口県の生協グループの調査では³⁾、山口県の東部地域（徳山市周辺）は他の地域に比べて酸性度の高いことを明らかにしており、市内から5 km離れた徳山試験地での酸性雨調査の結果はその値と比較的近い値であった。

1993年の調査はレインゴーランド（堀場製作所）によっていたが^{1・2)}、1994年5月から小笠原製作所の大気降下物採取器（US-410型）装置による採水と、簡易採水装置による調査を始めた。調査は1降雨ごとの総降水量（総雨量）を対象としたもので、開放地と林内およびヒノキの樹幹流についての全試料の酸性度（pH）と電導率（EC）を中根らが調べ、とりまとめは中井が担当した。報告に際し、有益な助言を賜った本試験地主任の柴田昌三講師並びに本学演習林本部の安藤 信講師にお礼申し上げたい。

調査方法

調査に用いた採水装置は、小笠原製作所による大気降下物採取器と簡易採水装置（受水面は直径20cmの円筒でロート状になっており、底部から容量約10リットルのポリタンクに受水できるようにセットしたもの、写真）である。開放地の調査では、この両装置を通常の気象観測露場に設置した。

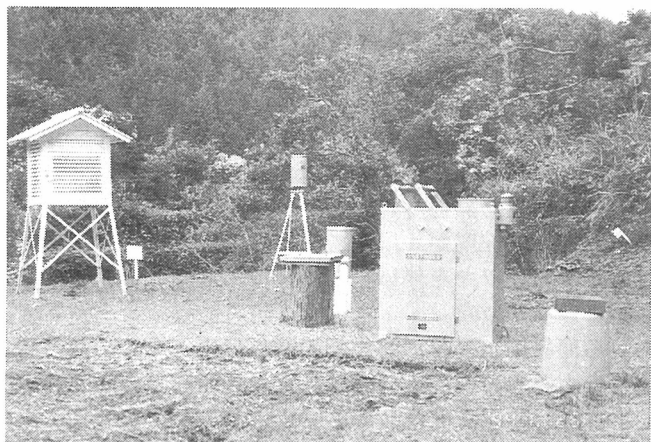
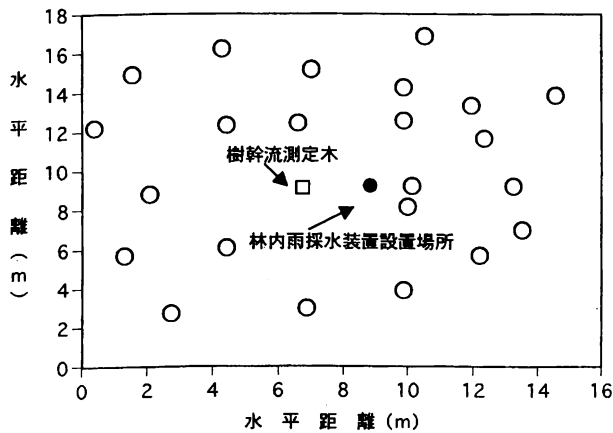


写真 開放地の酸性雨調査地（左）と林内雨及び樹幹流調査地（右）



図一 林内雨および樹幹流観測設置場所

両装置は約2m離して設置し、受水面高は前者が1m、後者は0.5mである。また、この両装置で前者は受水ロートの下部にフィルターが取り付けられているが、後者の場合にはフィルターはなく、しかも前者では湿性降水のみ採取でき、乾性降水物を遮断することができるのに対して、後者の場合にはその区別ができない装置となっている。林内雨の測定にはこの簡易採水装置を用いた。林内の設置場所は徳山試験地の第1林班のヒノキ林内である。林内は図-1のように推定60年生のヒノキがヘクタール当たり約400本成立する林分であり、設置場所付近の個体の大きさは平均樹高 21.1 ± 2.1

m、平均直径 34.0 ± 6.97 cmで樹冠はほぼ閉鎖状況にある。採水装置の設置にはとくに林縁の影響を配慮し、林縁からほぼ10m離れた場所とした。一方、樹幹流の測定は、上記林内雨測定場所内で1個体(直径36cm、樹高22m)を選び、写真に示すように、内径30mmの透明なビニールパイプを長さ3mに切り、パイプを縦方向に切り開き、反転させ幹にそわしてラセン状に固定し、パイプの下端はパイプ状として受水タンク(容量20リットル)に差し込む方法で行った。調査は1994年6月18日から10月21日の間で、その間の観測回数は19回であった。

酸性雨や電導率の測定は受水タンク内の全受水量を測定したのち、よく攪拌して約50ccをサンプルビンにとり、室内に持ち帰り測定機器(堀場製作所のpHメーターとECメーター)により計測した。酸性度や導電率の値は各測定時において5回測定した値から変動の少ない値を採用した。

調査結果と検討

それぞれの採水場所や採水装置の違いによる受水量や酸性度、導電率の測定結果を表-1に示した。観測場所ごとの結果は次の通りであった。

1. 開放地における降雨量及び導電率と酸性度

大気降水採取器と簡易採水装置から採水した降雨量は、ほぼ同じ場所に設置したにもかかわらず表-1のように若干異なっていた。

図-2は大気降水採取器と簡易採水装置からの結果を示している。両装置における降雨量に対する導電率の関係は降雨量の少ない時に広い範囲にばらつくが、概ね降雨量が多くなるほど導電率が低下する傾向にあった(図-2A)。降雨量と酸性度との関係はあまり明らかな傾向はみられないが(図-2B)、大気降水採取器では酸性度が4以上であったことが注目される。酸性度と導電率との関係(図-2C)では大きなバラツキを伴い、これまでの傾向、導電率が高くなるほど酸性度が高まる傾向は明らかに示されなかった。

大気降水採取器とほぼ同じ場所における簡易採水装置の導電率の関係は図-2Dのようであった。採水装置間関係は少なくとも切片をもたない勾配1の直線に近似することが予想される。しかし、実際には図でも明らかなように大きなバラツキを示した。このことは、両装置でのフィルターの有無が影響していることが考えられる。大気降水採取器にはフィルターがついていることから、その値はフィルターをつけていない簡易採水装置に比べて低くなることが考えられる

表一. 開放地および林内雨と樹幹流における導電率と酸性度

観測 月日	開放地						林内雨			樹幹流		
	大気降水採取器			簡易採水装置			簡易採水装置					
	降雨量 (mm)	導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	酸性度	降雨量 (mm)	導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	酸性度	降雨量 (mm)	導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	酸性度	降雨量 (mm)	導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	酸性度
6/18	39.1	12	5.8	38.2	16	6.8	26.0	32	4.5	-	-	-
6/19	25.4	26	5.5	25.6	26	5.0	32.2	110	6.0	-	-	-
6/22	16.2	12	5.0	16.3	12	4.9	14.3	27	4.6	-	-	-
6/23	5.0	74	5.9	4.5	37	7.0	2.8	121	6.9	1.0	174	6.9
6/30	21.2	22	5.4	22.3	24	5.0	16.5	82	6.5	124.0	32	3.2
7/19	5.2	86	4.6	5.2	61	3.6	3.0	36	4.8	1.2	59	6.6
7/25	150.0	10	4.7	150.7	25	5.6	94.8	25	4.9	792.0	48	3.3
7/26	18.2	46	4.3	19.3	52	3.4	12.4	48	5.2	193.2	156	2.8
8/13	4.3	34	5.8	4.3	98	5.7	2.3	30	5.7	1.6	35	6.6
8/26	6.8	28	6.0	7.0	41	3.4	6.5	22	5.6	3.1	36	6.6
9/07	5.7	53	4.2	5.9	79	5.5	5.2	130	5.3	3.6	184	5.3
9/11	3.8	40	6.9	4.1	36	5.7	3.9	120	5.3	2.2	160	4.9
9/15	4.2	19	5.3	4.0	42	6.0	4.1	76	5.6	2.0	125	4.0
9/28	14.9	30	6.6	15.2	13	6.0	9.5	109	6.4	8.8	94	2.2
10/04	3.3	58	5.7	3.5	46	4.4	2.7	152	6.3	0.5	62	3.4
10/10	31.3	19	6.7	33.6	6	5.2	25.0	49	6.1	37.3	53	3.0
10/12	7.3	16	6.0	7.5	16	4.8	4.8	52	6.0	2.7	41	3.1
10/17	9.2	32	6.6	9.5	23	5.8	6.5	95	6.4	7.6	82	3.0
10/21	23.9	12	5.3	24.1	42	4.9	13.0	46	6.5	25.8	43	3.2

が、その傾向は明らかに示されなかった。同様に酸性度の関係では図中で引かれた直線より右側に多くの観測点がプロットされている。すなわち、大気降水採取器で受水した試料では簡易採水装置に比べて酸性度の低い(pH値が高い)ことを示している。この原因については明らかでない。両採水装置による導電率と酸性度との関係において上述のような違いが現れたことは採水方法に問題があるのか、あるいは観測回数を増やすことによりバラツキ幅が少なくなり、その傾向が明瞭に示されるのかは今後の課題であろう。

2. 林内における降雨量及び導電率と酸性度

林内雨の観測には簡易採水装置を用いていることから、開放地での簡易採水装置の観測結果を比較した。降雨量と導電率の関係は図-3Aに示したとおりである。降雨量の少ない場合に林内では最高150を示し、ほぼ同じ降雨時での開放地では最高100である。林内では100以上の値が6回観測された。両関係ではともに大きなバラツキが見られ、明らかな傾向は見いだせなかった。降雨量と酸性度との関係は図-3Bのとおりである。林内雨では、酸性度で4以下の値を示したことは注目されるが、降雨量の多少と酸性度には大きなバラツキを伴っており明らかな傾向はみられなかった。酸性度と導電率の関係は図-3Cのようにそのバラツキは極めて大きい、あえてその傾向を見いだすと、開放地では導電率値が高くなるほど酸性度値が高まるのに対して、林内雨では逆に導電率が高いほど酸性度が低くなるような関係がありそうである。

導電率と酸性度を開放地と林内での観測結果を比較してみると図-3D, Eのとおりであった。

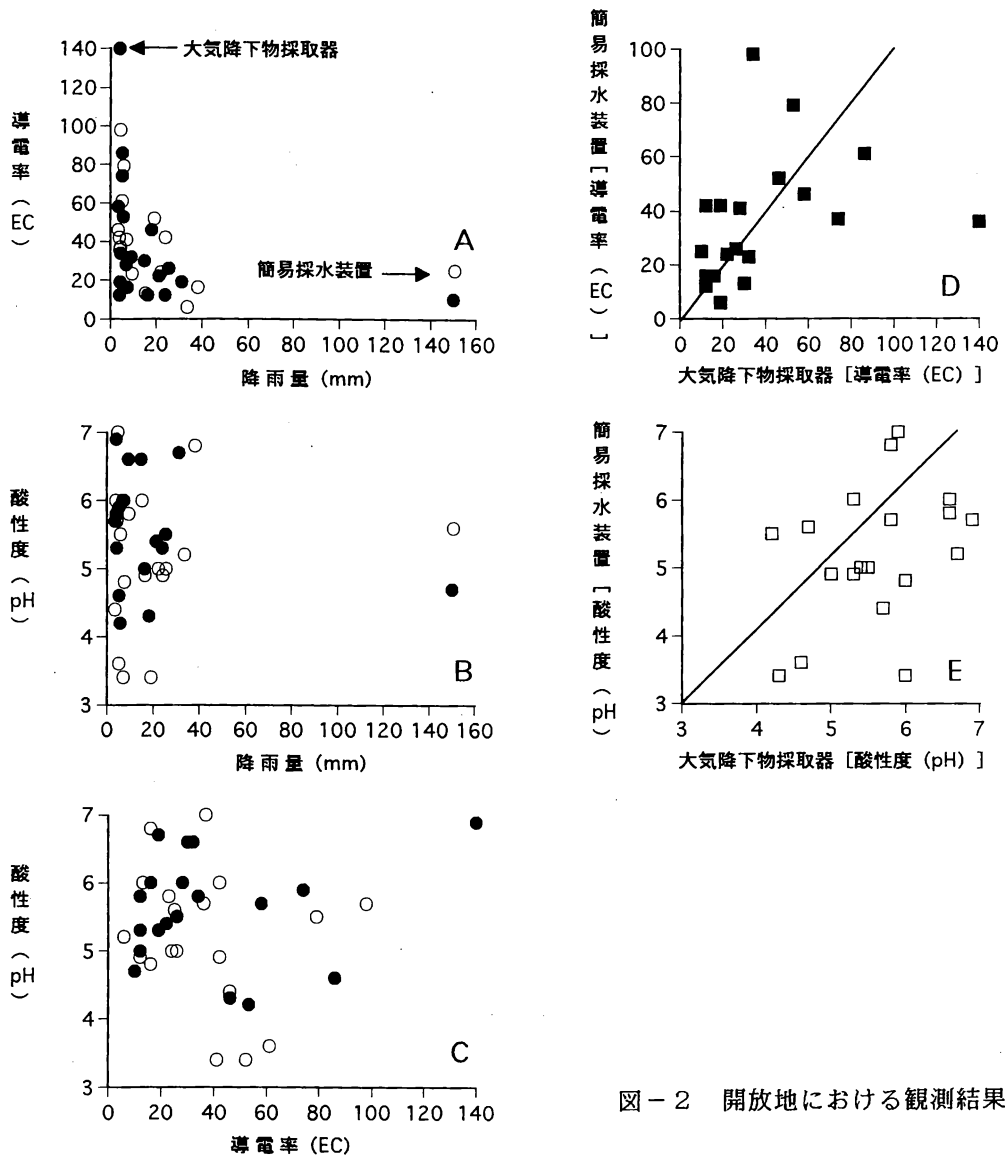


図-2 開放地における観測結果

両場所間の関係を比較するために図中に引かれている線は、両観測場所での観測値がこの線に近似すれば、両場所で大きな差のないことを示している。導電率（図-3 D）についてみると、図上に引かれた線より上方に観測点が集まっている。すなわち、林内の方が開放地に比べてはるかに高値を示し、導電しやすい物質の降下物（成分は明らかでない）の多い傾向にあった。酸性度（図-3 E）でも例外を除けば、林内の方が酸性度の低い傾向にあった。このことは、林内において樹体、あるいは樹葉が酸性成分を吸収したのか、または何らかの要因により酸性が中和されることを示唆しているのではなかろうか。

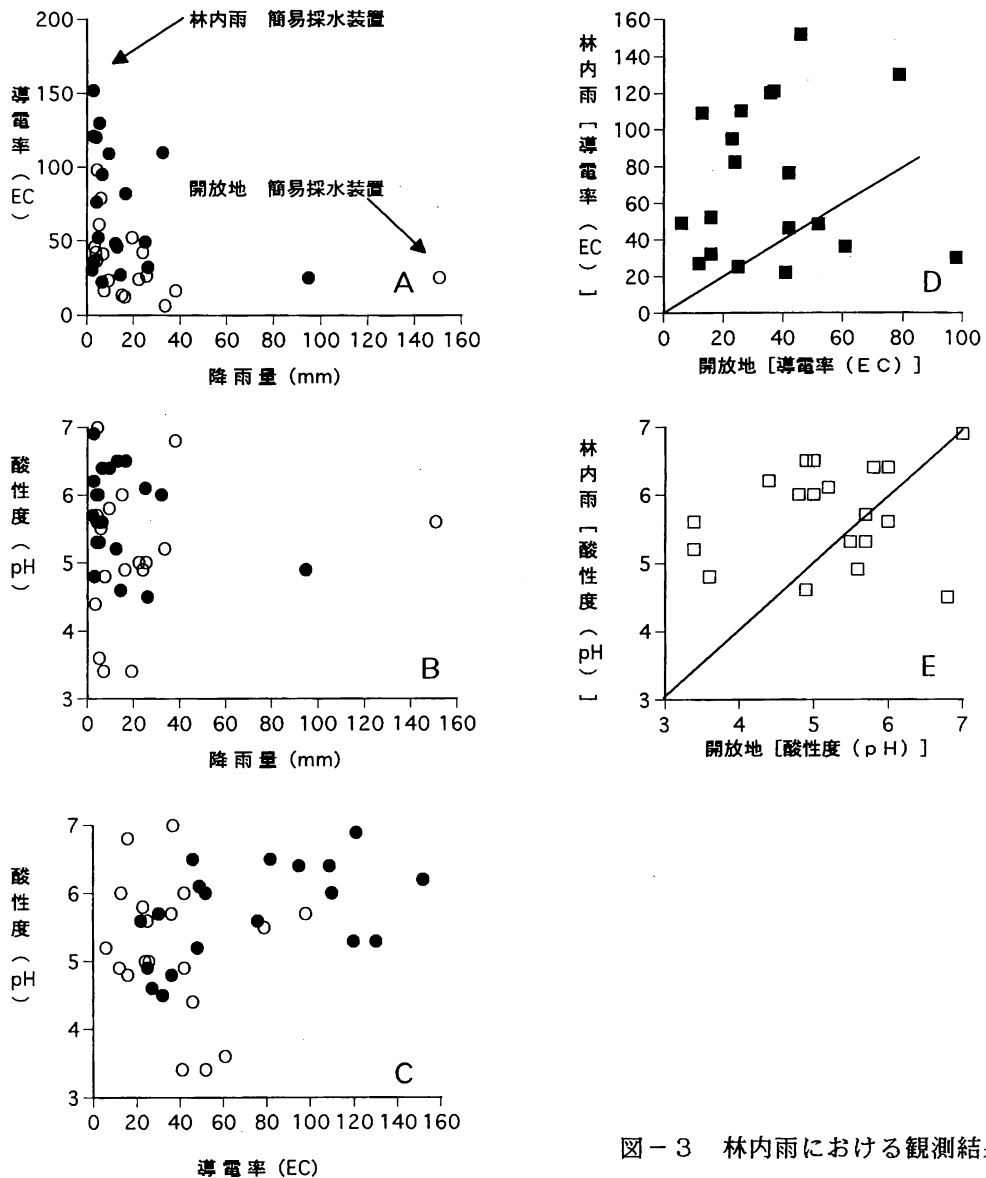


図-3 林内雨における観測結果

3. 樹幹流における水量及び導電率と酸性度

樹幹流, すなわち降った雨が木の幹をつたって降下してくる雨である。樹幹流を開放地の降雨量と比べると(表-1), 開放地での降雨量の少ない場合(3.5mm)には樹幹流は少なく(0.5mm), 多い場合(150.7mm)には極めて多(792.0mm)かった。このことは小雨の場合には木の葉や枝, 幹などに雨が捕捉され, 多い雨の場合には樹体表面に留まらず, しかも周辺からのハネカエリ雨が樹体にそって流下し受水されたために多くなったのであろう。受水した樹幹流に対する導電率や酸性度の関係は図-4 A, Bに示すとおりであるが, 双方ともその観測値は小雨の時に幅の広い範囲に分散している。例外値(受水量792mm)を除くと, 受水量が多いほど酸性度が高まる傾向とみてよかろう。少量の降水の場合酸性度が低くなることは樹体表面を通過する事によって酸性

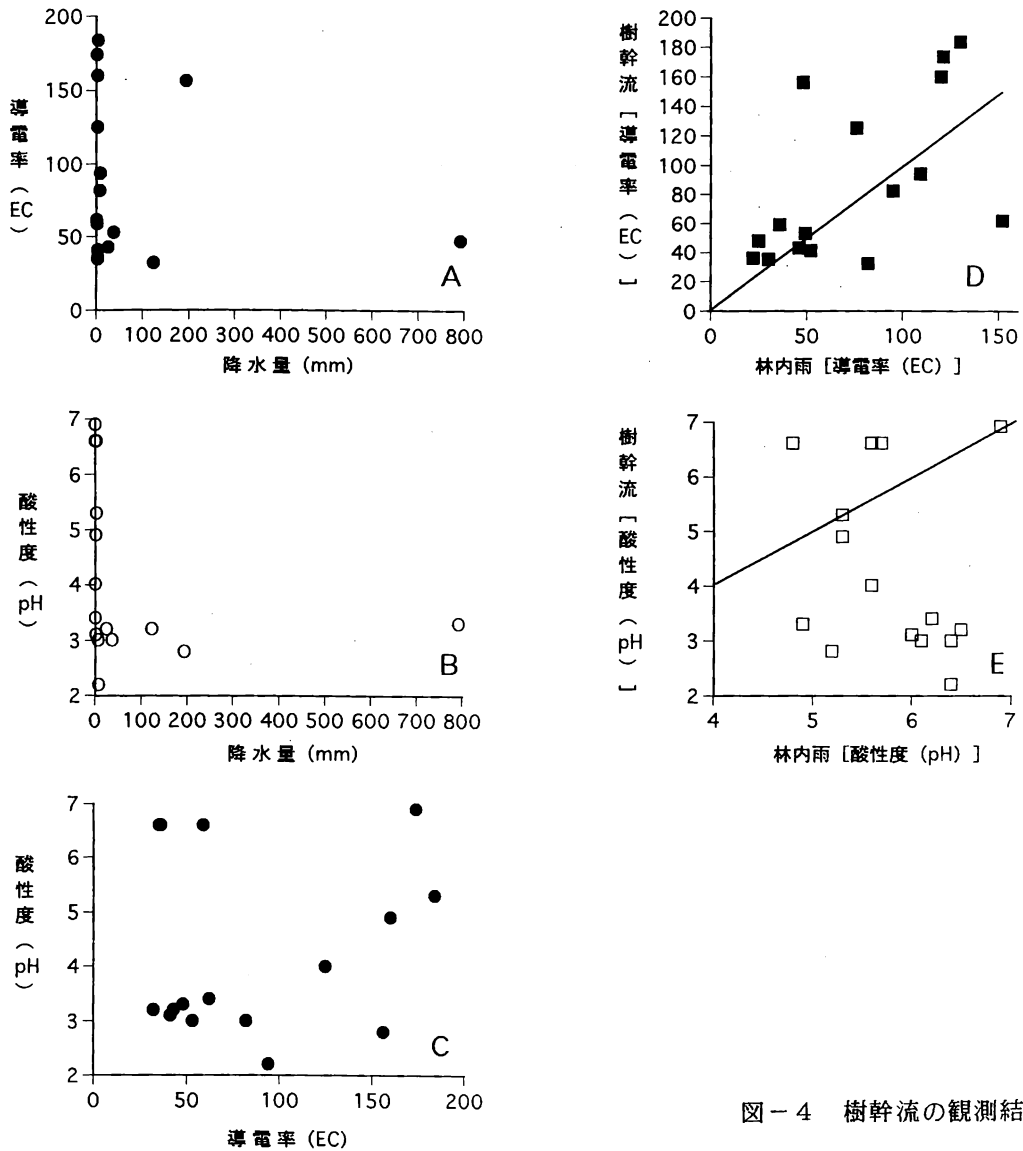


図-4 樹幹流の観測結果

成分が吸収されたのか、あるいは雨水が成分変化するためであろう。導電率と酸性度との関係は図-4 Cのとおり明らかな傾向はみられなかった。

図-4 D, Eには林内雨と樹幹流の導電率と酸性度が示されている。導電率では(図-4 D)大きなバラツキを伴うが、樹幹流の方が林内雨に比べて導電しやすい物質が多く溶け込んでいるようである。あえて両試料間の傾向を求めるならば、例外値を除くとほぼ等しいと考えてもよからう。酸性度(図-4 E)においては、図上に引かれた直線周辺に観測点が集まれば同程度の酸性を示すが、観測された値は線の下部に集まっている。すなわち、樹幹流は林内雨に比べて酸性度の高い場合の多いことを示した。その原因については今後の検討課題であろう。

おわりに

今年は稀にみる雨不足であり、各地に干ばつによる被害や給水制限が行われたように降雨日や降雨量が少なかった。そのため、酸性雨調査の観測回数も少なく、このことが上述のような結果を生じる原因となったのかも知れない。また、採水装置や場所による酸性度や導電率に違いがみられたが、これを検証するにはさらに多くの試料による解析が必要と考える。

本報告は、徳山試験地の業務の一環としてとらえ、1年間の業務報告として公表することにしたものであることを付け加えたい。

引用文献

- 1) 中井 勇・北川新太郎・秋田 豊 (1994) 酸性雨調査から. 京大演研報 1.67~72
- 2) 中井 勇・北川新太郎・秋田 豊・柴田昌三・安藤 信・川那辺三郎 (1995) 徳山試験地における酸性雨について. (投稿中)
- 3) コープやまぐち (1993) 毎日・読売新聞 (1993.10.26) および関連資料