

山口の酸性雨 Ⅲ

大前貴之*, 井澤 弘, 多湖元昭, 山本剛土,
今村主税, 伊原靖二

Acid Rain in Yamaguchi Ⅲ

Takayuki OHMAE, Hiroshi IZAWA, Motoaki TAGO, Tsuyoshi YAMAMOTO,
Chikara IMAMURA, Yasuji IHARA

要 旨

2003年度に山口市で採取した雨水を分析した結果、平均pH:4.35、初期降水平均pH:3.97、平均EC:26.4 μ S/cm、初期降水平均EC:64.7 μ S/cm、の値を得た。また、初期降水の溶存イオン濃度 (μ eq/l) を分析した結果、NH₄⁺:36.13、K⁺:90.69、Na⁺:87.33、Mg²⁺:19.17、Ca²⁺:48.19、Cl⁻:99.63、NO₃⁻:51.50、SO₄²⁻:100.30、の値を得た。この結果は、山口市の雨水の品質が日本の清浄地域における雨水の品質に匹敵するものであることを示唆している。

1. 緒 論

環境問題としての酸性雨は市民生活における資源とエネルギーの浪費にその原因があり、地球温暖化現象などの多くの環境問題とその根源を共有している。すなわち、酸性雨という一見時代遅れの環境問題の諸相を理解し、その解決法を探ることは、そのままごみ問題をはじめとする身近な環境問題から温暖化などの地球規模の環境問題まで、ほとんどすべての環境問題の解決法を探ることに他ならない。

このような見地から、他の環境問題に比べて簡易で安価な器具による測定が可能な酸性雨測定の実践を契機として、多くの市民が生データの基づいた環境認識を深めるためのネットワーク構築をわれわれは2001年度に構想した¹⁾。本報では、このネットワーク構築のための基礎資料とするために山口市で採取・分析した雨水の分析結果のうち、2003年4月から2004年3月までの12ヶ月間の降水についてその化学的特徴を報告する。

2. 試料の採取方法と測定法

これまでの調査と同様に、降り止んでから次の降り始めまでの間隔が6時間未満の降水は同一の試料と見なし²⁾、本学(山口市桜島3-2-1)の屋上においてレインゴーランドAR-8Ⅱ(株堀場製作所)を用いて雨水を採取した。採取した試料はただちにpH

と導電率(EC)を測定し、溶存イオン分析のための試料として初期降水を冷蔵保存した。ただしここでいう初期降水とは、降水量に換算して降り始めから1mm程度の降水を意味する。なお、pHとECの測定には、Twin pH計B-212(株堀場製作所)とTwin導電率計B173(株堀場製作所)をそれぞれ用いた。このような簡易な計測器を用いた理由は、本調査の目的が市民による環境モニターの基礎資料作りにあるためである。また、冷蔵保存した初期降水は、機器に添付されていたマニュアルに従って前処理を施し、採取から1月以内にパーソナルイオンアナライザPIA-1000(株島津製作所)を用いて溶存イオンを分析した。

3. 測定結果と考察

本調査期間中に採取した全試料のpHとECのデータを付表1に、また、初期降水の溶存イオンの濃度を付表2に示した。ただし、pHとECの平均値は次式に従って、重みづけを施して算出した。

$$\text{平均pH} = -\log \left[\frac{\sum_i (v_i \times 10^{-\text{pH}_i})}{\sum_i v_i} \right] \quad (1)$$

$$\text{平均EC} = \frac{\sum_i (v_i \times \text{EC}_i)}{\sum_i v_i} \quad (2)$$

なおここで、 v_i はレインゴーランドの*i*番目のcupの採水量を表し、 pH_i と EC_i はそれぞれ*i*番目のcupの

pHとECを表す。

採取した雨水の量は1,013.8mmであり、これは調査期間中の総降水量⁵⁾の約5割に相当する。これまでの酸性雨調査の経験に基づいて採取率を高めるための改良をレインゴーランドに施したにもかかわらず、前回の報告³⁾では約6割に達していた総降水量に占める採取試料の比率を改善することができなかった。この理由として、まず、本調査期間中の天候不順が考えられる。2003年4月から2004年3月までの山口市における降水は、1回の降水量がレインゴーランドの採取容量を遙かに上回る30mm以上に達する場合は7月8月の2ヶ月だけでも16回もあり、これらの降雨試料の採取率が不充分であったことが全体の採取率低下の一因となった。またさらに、総降水量⁵⁾が4.5mmしかなく欠測となった2003年10月のように1回の降水量がごく僅かであったり、降水量がある程度ある場合でも霧雨のように長時間にわたって少しずつ雨が降った場合、レインゴーランドの雨水採取口のふた開け装置である「ひらげごま」が十分に機能しなかったことも全体の採取率低下を招いた原因と考えられる。現在、これに対応して採取率を向上させるため、レインゴーランドの抜本的な改良と新採取装置の開発とを同時に検討中である。

上述のように本調査期間中の雨水試料の採取率は不充分であった。しかしながら、大気汚染を反映する指標の一つである雨水中の化学成分濃度はウオッシュアウト⁶⁾によって指数関数的に減少することとpHやECの値は溶存イオンの濃度に支配されていること³⁾を考慮すると、本調査によって得られた雨水の化学的データは調査期間中の山口市における降水の化学的特性を知る上で有意なものと考えられたので、以下に示す簡単な考察を試みた。

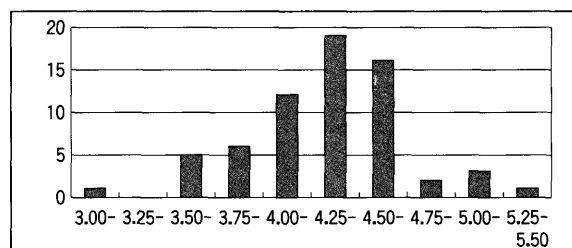


図1a 1降雨ごとの平均pH分布

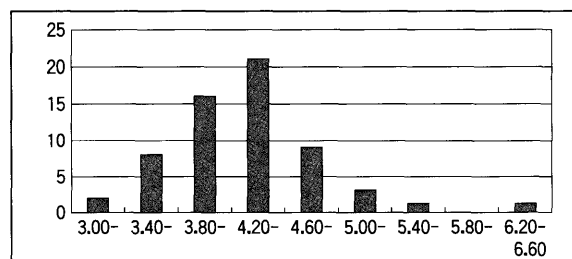


図1b 初期降水のpH分布

3-1. 山口市における降水のpHについて

本調査期間中に採取した65回の降水について、1降水ごとの平均pHの分布を図1aに示した。図1aから明らかなように、アメリカやカナダで用いられる緩やかな酸性雨の基準⁷⁾であるpH5未満を適用した場合でも、山口市における9割以上の降水が酸性雨と判定された。また、調査期間中の全試料の平均pHは表1に示したように4.35であった。酸性雨の原因物質であるSOXやNOXが気塊として安定に長距離を移動することを考慮すれば⁸⁾、このデータは山口市の大気汚染の深刻さばかりでなく、未だに地球規模での大気汚染が進行していることを示唆しているものと考えられる。

図1aと同様に、61回の降雨について採取した初期降水のpH分布を図1bに示した。分布の傾向は1降水ごとの平均pHの分布と同様であり、全初期降水の9割以上がpH5未満の酸性雨であった。また、調査期間中の全初期降水の平均pHは表1に示したとおり3.97であった。全試料と比較して全初期降水の平均pHの値が著しく低下しているのは、ウオッシュアウトによって初期降水がそれ以後の降水よりも大気汚染物質をより高濃度に溶解しているためであると考えられる。

表1 各月ごとに重みづけ平均したpHとECの値

		Cup.1				
		平均pH	平均EC	平均pH	平均EC	
2003年	4月	4.41	24.8	4.11	55.2	
	5月	4.53	19.4	4.28	46.1	
	6月	4.51	19.5	4.46	38.7	
	7月	4.46	26.1	4.06	58.8	
	8月	4.30	29.1	3.99	70.8	
	9月	4.37	24.8	3.85	77.7	
	11月	3.88	41.0	3.37	90.0	
	12月	3.96	45.4	3.89	60.1	
	2004年	1月	3.83	53.9	3.69	68.2
		2月	4.26	34.2	4.19	139.5
		3月	4.72	21.0	4.58	43.1
	期間平均		4.35	26.4	3.97	64.2

EC: $\mu\text{S/cm}$.

近年、資源の有効利用と防災上の観点から雨水を生活水として利用することが再評価されているが⁹⁾、図1bのデータは雨水を利用する際に古くからいわれてきた“降り始めの雨は捨てる”という経験則を裏付けるものであると考えられる。さらに、以前にも報告したように¹⁾、レインゴーランドによって降り始めから降り止むまでの降水を1mmずつ分画して採取・測定した結果から降り止む際の雨水も高濃度に大気汚染物質を含有していると示唆されることを考慮すると、生活水として雨水を利用する際には降り始めの雨と同様に“降り止むときの雨も捨てる”こ

とが望ましいと考えられる。

3-2. 山口市における降水のpHとECの季節変化について

山口市における降水の化学的性質が季節的にどのような変化を示すかを検討するために、各月ごとに全降水と初期降水の平均pHと平均ECを求め、これを図2aと図2bにそれぞれ示した。ただし、平均値の算出には式(1)と式(2)をそれぞれ用いた。

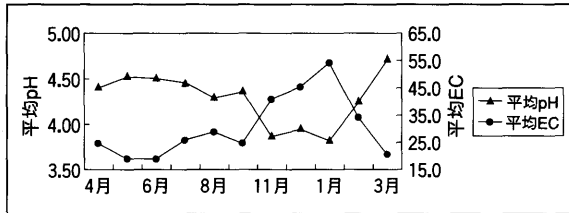


図2a pHとECの月平均変化

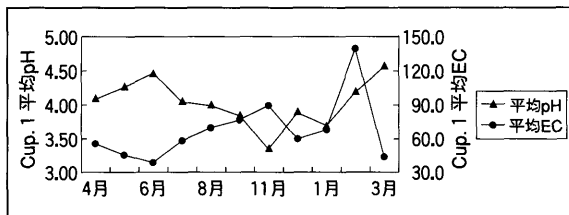


図2b 初期降水のpHとECの月平均変化

図2aおよび図2bから明らかなように、山口市においては厳冬期に雨水のpH低下とEC上昇の傾向が見られた。これは前報³⁾で報告した2002年度の観測結果と同様の傾向であり、山口市においても季節風による大気汚染物質の越境移入が存在していることを示唆していると考えられる。冬季に卓越する北西からの季節風¹⁰⁾によって中国大陸方面から移入してくると予測される越境大気汚染物質の影響が、四方を低山に囲まれた山口市においても現れるという事実は、一見、奇異なものに感じられる。しかしながら、山地は衝立のように風を遮るばかりではなく、その背後にいわゆるカルマンの渦¹¹⁾を形成することによって汚染物質を高濃度に濃縮する可能性があり、この機構が山口市における冬季のpHとECの値に影響を与えたものと考えられる。同様の機構によるものと考えられる海塩成分の濃縮が山間地で見られたことを飯盛ら¹²⁾が報告しており、このことも上述のわれわれの推測を支持している。

3-3. 山口市における初期降水中のイオン分析結果について

降水量によって重みづけを施した初期降水中の溶存イオン濃度の平均値を、各月ごとに表2に示した。また図3に、調査期間中に採取した初期降水の平均イオン濃度をレーダーグラフで図示した。

表2 各月平均イオン濃度 (初期降水)

年	月	pH	EC	H	NH ₄	K	Na	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄	イオンバランス	S/N比	
2003年	4月	4.38	39.0	41.95	30.33	53.70	50.43	12.69	32.19	58.99	36.84	61.97	1.40	1.68	
	5月	4.41	37.9	38.68	24.81	31.11	49.25	9.27	38.11	34.18	32.13	48.32	1.67	1.50	
	6月	4.46	38.7	34.56	35.67	16.44	34.47	9.23	55.19	18.06	41.54	53.21	1.64	1.28	
	7月	4.04	58.2	90.46	37.64	25.95	46.74	9.45	26.93	28.51	46.31	81.82	1.51	1.77	
	8月	3.99	70.8	101.47	53.73	24.75	43.46	8.14	53.43	27.19	63.12	96.94	1.52	1.54	
	9月	3.85	77.7	141.31	61.48	43.16	54.18	6.59	43.25	47.42	55.28	140.75	1.44	2.55	
	11月	3.54	101.3	287.83	35.89	151.04	168.22	37.23	96.17	165.94	68.30	135.70	2.10	1.99	
	12月	3.89	65.3	127.36	31.18	119.13	98.52	22.23	39.55	130.87	56.54	121.95	1.42	2.16	
	2004年	1月	3.69	68.2	203.48	34.10	100.86	74.68	18.16	30.08	110.81	48.91	170.46	1.40	3.49
		2月	4.20	139.5	63.80	42.71	551.70	396.61	90.42	87.26	606.10	102.73	218.12	1.33	2.12
		3月	4.66	38.5	21.94	20.81	83.82	57.22	15.65	46.56	92.09	43.05	90.07	1.09	2.09
	期間平均		4.00	63.3	99.41	36.13	90.69	87.33	19.17	48.19	99.63	51.50	100.30	1.51	1.95

EC: $\mu\text{S}/\text{cm}$, 濃度: $\mu\text{eq}/\text{l}$.

表2と前節で示した図2bの比較から明らかなように、初期降水の月平均pHが低下した2003年11月から2004年1月にかけて、大気汚染物質の越境移入の影響と考えられるCl⁻とSO₄²⁻濃度の顕著な増加が見られた。2004年2月にも、Cl⁻とSO₄²⁻の濃度が同時に増加しているが、このときはNa⁺、K⁺、Mg²⁺も同時にその濃度が増加しており、これらの中和成分

の効果によって雨水のpH低下が顕現しなかったものと考えられる。ただしこのことが、山口市の降水のpHを主に支配するイオンがNO₃⁻とSO₄²⁻であると前報³⁾の知見と矛盾するものではないことに注意しよう。実際、本調査期間中のpHとECの値から、それぞれ重決定が0.95と0.77という高い確率でNO₃⁻とSO₄²⁻の濃度を推定することが可能であった。

調査期間中の初期降水のイオン分析結果から算出されたイオンバランスは表2に示したように1.51であり、陰イオンの測定項目がやや不十分であることを示唆する結果であった。近年、雨水中の過酸化物質¹³⁾、アルデヒド¹⁴⁾、有機酸¹⁵⁾など、従来は雨水中のイオン分析の主要項目とされていなかった様々な化学種が森林破壊をはじめとする自然破壊の鍵を握っているとの知見が報告されており、今後われわれも陰イオン分析の対象とする化学種の選定を再考する必要があると考えられる。

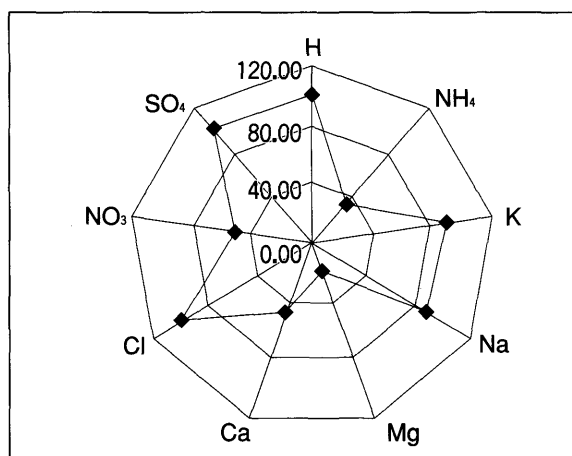


図3 初期降水に含まれる各種イオンの平均濃度 ($\mu\text{eq/L}$)

本調査期間中のS/N比は1.95であり、これまでの報告とは異なるやや高い値を示した。これは表2から明らかなように、大気汚染物質の越境移入が想定される冬季のS/N比が高い値を示したためであり、この影響を考慮すれば山口市の大気汚染パターンは消費生活を主たる環境負荷の原因とする都市型に分類できるものと考えられる。しかしながら、山口市における大気汚染物質の総量は図3に示したレーダーグラフの面積や表2のEC値から推定できるように大都市圏¹⁶⁾と比較すれば軽微なものであると考えられる。

4. 結論

2003年度に山口市で採取した雨水の化学的分析結果は、以下の通りであった。

[平均pH] 4.35.

[初期降水平均pH] 3.97.

[平均EC] $26.4 \mu\text{S/cm}$.

[初期降水平均EC] $64.7 \mu\text{S/cm}$.

[初期降水溶存イオン平均濃度 ($\mu\text{eq/l}$)]

NH_4^+ : 36.13, K^+ : 90.69, Na^+ : 87.33,

Mg^{2+} : 19.17, Ca^{2+} : 48.19, Cl^- : 99.63,

NO_3^- : 51.50, SO_4^{2-} : 100.30.

試料採取期間中の総降水量がイオン分析を行った初期降水の15倍以上あったことから、これによる希釈効果を考慮すれば、上記のデータは山口市の雨水の品質が玉置ら¹⁷⁾によって提案された日本の清浄地域における雨水の品質に匹敵するものであることを示唆していると考えられる。これは、先年山口市にオープンした山口情報芸術センターや小郡町の総合商業施設ロックタウンなどの一連の山口市およびその近隣市町村における都市開発に際して、適切で効果的な環境保全対策がとられたことの現れであるとも考えられる。今後も、一の坂川ホテル護岸¹⁸⁾に象徴されるような環境配慮型の都市開発がなされれば、他に類を見ない豊かな自然に恵まれた県と中核都市が実現できるものと考えられる。

謝辞

本調査を実施するにあたり、イオン環境財団および山口県立大学研究創作活動助成事業の助成を受けましたことをここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 大前貴之, 今村主税, 伊原靖二, 山口県立大学生生活科学部研究報告, 28, 41-46 (2002).
- 2) 大前貴之, (財)イオン環境財団助成事業報告書, 8-12 (2003).
- 3) 大前貴之, 網屋洋子, 倉元一美, 山内 祐, 米原実加, 今村主税, 伊原靖二, 山口県立大学生生活科学部研究報告, 29, 61-66 (2003).
- 4) 大前貴之, (財)イオン環境財団助成事業報告書, 5-9 (2004).
- 5) 気象庁電子閲覧室, <http://www.data.kishou.go.jp>.
- 6) (社)日本化学会・酸性雨問題研究会編, “身近な地球環境問題”, コロナ社 (1997), pp.18-24.
- 7) 石 弘之, “酸性雨”, 岩波書店 (1992), p.68.
- 8) 畠山史郎, “酸性雨”, 日本評論社 (2003), p.68; 日本化学会・酸性雨問題研究会編, “身近な地球環境問題”, コロナ社 (1997), pp.33-44; 永淵 修, 須田隆一, 石橋哲也, 村上光一, 下原孝章, 日化, 1993 (6), 788-791 (1993).
- 9) 日本雨水資源化システム学会ホームページ, <http://www.rain.jp/>.
- 10) 下関地方気象台ホームページ, “山口県の気象特性”, <http://www.fukuoka-jma.go.jp/shimonoseki/shimol2.htm>.
- 11) 木村竜治, “改訂版 流れの科学”, 東海大学出版会 (1985), pp.5-16.
- 12) 飯盛和代, 飯盛喜代春, 中添勝代, 日化, 1996 (4), 403-410 (1996).
- 13) 智和正明, 平川 剛, 苗村晶彦, 新垣雄光, 佐

- 久川 弘, 日化, 2002 (1), 67-75 (2002) ; 山下敏広, 佐久川 弘, 藤原祺多夫, 日化, 1994 (12), 1127-1133 (1994).
- 14) 片桐保行, 渡邊真一, 大河内 博, 井川 学, 日化, 1994 (4), 1007-1011 (1994).
- 15) 三宅隆之, 竹田一彦, 藤原祺多夫, 佐久川 弘, 日化, 2000 (5), 357-365 (2000) ; 佐久川 弘, 竹野律子, 松木佳奈子, 三宅隆之, 竹田一彦, 藤原祺多夫, 日化, 1995 (10), 823-829 (1995).
- 16) 慶應義塾大学工学部化学研究室編, “首都圏の酸性雨”, 慶應義塾大学出版会 (2003), pp.37-59.
- 17) 玉置元則, 加藤拓紀, 関口恭一, 北村守次, 田口圭介, 大原真由美, 森 淳子, 若松伸司, 村野健太郎, 大喜多敏一, 山中芳夫, 原 宏, 日化, 1991 (5), 667-674 (1991).
- 18) 長友宗之, 建設月報37 (4), 85-86 (1984).

付表1 1 降雨ごとのpHとEC

								Cup. 1							
年	月/日	平均pH	平均EC	採水量 (ml)	pH	EC	採水量 (ml)	年	月/日	平均pH	平均EC	採水量 (ml)	pH	EC	採水量 (ml)
2003	4/3	4.5	18	121	***	***	***	2003	8/7	4.07	62.7	31	4.4	73	4
	4/7	4.45	33.3	83	4.5	37	5		8/12	4.36	30.2	143	4.0	70	5
	4/11	4.22	46.9	50	4.1	65	5		8/13	3.97	53.4	143	3.6	139	5
	4/19	4.47	22.0	146	4.6	26	5		8/25	4.53	15.9	144	4.4	40	5
	4/23	4.1	55	20	***	***	***		8/29	4.56	18.5	147	4.4	34	5
	4/24	4.62	12.4	101	4.5	28	5		8/31	4.42	20.9	145	3.9	69	5
	4/25	4.32	26.8	44	3.6	136	4		9/9	4.56	18.4	101	4.2	58	5
	5/1	4.39	26.1	99	4.1	76	5		9/10	4.62	14.2	101	4.2	38	5
	5/6	4.36	26.7	48	4.3	43	5		9/19	3.9	57	6	3.9	57	6
	5/7	4.51	20.7	145	4.9	15	5		9/22	3.62	126.7	15	3.5	162	5
	5/11	4.72	13.7	39	4.8	19	5		11/1	5.5	124	10	***	***	***
	5/13	4.92	6.9	145	4.5	26	5		11/5	4.13	13.7	77	3.7	45	5
	5/15	4.52	20.8	20	4.5	26	5		11/11	3.71	28.6	50	3.3	64	5
	5/19	3.70	111.4	21	3.8	125	5		11/12	4.11	56.0	69	4.7	78	5
	5/26	4.40	38.1	14	4.4	39	5		11/15	3.08	136.6	9	3.0	173	5
	5/31	5.15	7.3	116	***	***	***		12/5	3.84	52.2	16	4.9	30	6
	6/11	4.20	36.9	53	4.3	51	5		12/11	3.95	36.4	129	3.8	58	5
	6/17	4.50	20.6	11	4.5	22	6		12/15	4.23	53.0	40	4.0	101	5
	6/20	5.10	9.0	136	4.9	30	4		12/17	4.35	26.5	12	4.3	31	6
	6/25	4.42	20.5	145	4.4	37	5		12/17	3.65	99.7	18	3.5	111	6
6/28	4.47	25.6	143	5.2	50	5	2004	1/7	3.84	36.0	27	3.6	71	6	
6/30	4.51	15.9	145	4.2	44	5		1/18	3.6	78	7	3.6	78	7	
7/3	4.23	38.2	139	3.9	86	5		1/20	4.10	85.5	10	4.1	51	5	
7/4	4.70	13.6	146	4.6	26	5		2/1	3.81	102.9	13	3.9	135	5	
7/7	4.68	14.0	144	4.3	41	5		2/6	4.3	310	6	4.3	310	6	
7/8	4.1	48	5	4.1	48	5		2/22	4.14	25.2	96	4.1	41	5	
7/10	4.49	27.3	14	4.6	28	5		2/28	4.46	22.6	146	5.6	38	5	
7/14	4.60	15.3	134	4.5	26	4		3/3	4.13	65.5	29	5.2	19	5	
7/18	4.63	48.5	139	3.6	125	5		3/5	4.99	46.0	49	6.4	39	5	
7/19	4.49	20.0	138	4.7	15	5		3/11	4.3	67	4	4.3	67	4	
7/23	4.28	32.8	142	3.8	91	5	3/17	4.72	14.8	130	4.1	87	5		
7/25	4.25	62.6	7	4.3	66	4	3/21	5.01	8.2	148	5.3	14	6		
7/29	4.40	24.6	145	3.9	90	5									

EC : $\mu\text{S}/\text{cm}$

付表 2 1 降雨ごとのイオン濃度 (初期降水)

年	月・日	ml	EC	pH	NH ₄	K	Na	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄
2003	4/7	5	37	4.5	0.5421	0.2535	1.3121	0.2161	0.7555	2.7485	2.8063	2.6724
	4/11	5	65	4.1	0.6775	0.2080	2.2418	0.2483	0.6576	4.0120	2.7019	4.6036
	4/19	5	26	4.6	0.3014	0.3063	0.7318	0.1172	0.8280	1.0977	1.9603	2.2405
	4/24	5	28	4.5	0.6631	0.2188	0.3536	0.0352	0.3338	0.5185	1.6675	2.3818
	5/1	5	76	4.1	1.1102	1.2906	2.4460	0.3723	1.7112	4.5555	4.0722	7.1472
	5/6	5	43	4.3	0.3790	0.2618	1.0350	0.0969	0.9240	1.1329	3.2618	2.1532
	5/7	5	15	4.9	0.1705	0.0986	0.2807	0.0132	0.3420	0.5656	1.3122	1.1709
	5/11	5	19	4.8	0.1796	0.1319	0.6770	0.0635	0.4341	1.0243	1.0186	0.8402
	5/13	5	26	4.5	0.2677	0.2591	0.7900	0.0029	0.7119	0.5659	1.0643	1.3459
	5/15	5	26	4.5	0.3801	0.1229	0.3736	0.0397	0.5686	0.2298	1.4719	1.2448
	5/19	5	125	3.8	1.3595	0.2039	1.7370	0.2082	1.6336	0.6774	6.2775	7.7171
	5/26	5	39	4.4	0.6254	0.4541	1.6568	0.1214	0.5308	1.2923	1.6413	1.1365
	5/31	15	16	5.7	0.1465	0.1433	1.1544	0.1070	0.5096	1.1015	0.5980	0.9199
	6/11	5	51	4.3	1.0286	0.5147	1.1506	0.1474	1.6847	0.6457	3.4793	3.1931
	6/17	6	22	4.5	0.2321	0.1740	0.3811	0.0297	0.4064	0.3562	1.0567	1.0056
	6/20	4	30	4.9	0.2379	0.5055	0.6555	0.0830	0.3817	0.5765	0.5656	0.7796
	6/25	5	37	4.4	0.3694	0.2407	0.6614	0.1267	0.7897	0.5275	2.9537	1.4386
	6/28	5	50	5.2	1.4851	0.3458	1.5636	0.2121	2.8024	1.4611	5.1745	5.9883
	6/30	5	44	4.2	0.4999	0.1644	0.4000	0.0848	0.5529	0.3243	2.1252	2.8751
	7/3	5	86	3.9	1.0622	0.2495	1.3148	0.2464	0.4461	1.3837	6.0326	5.1701
	7/4	5	26	4.6	0.6111	0.2852	1.0796	0.1718	0.5764	1.0548	3.0127	2.3661
	7/7	5	41	4.3	0.9070	0.1669	0.5576	0.0553	0.2932	0.4821	1.1643	2.1559
	7/8	5	48	4.1	0.8514	0.1809	0.5063	0.1089	0.5283	0.4391	2.7021	2.7830
	7/10	5	28	4.6	0.4229	0.1152	0.7978	0.1658	0.8058	0.7826	2.1255	1.6345
	7/14	4	26	4.5	0.3974	0.1906	0.7016	0.1081	0.3550	0.6871	1.2744	1.4399
	7/18	5	125	3.6	0.9169	0.2612	1.2299	0.1037	0.6698	1.4665	5.1915	8.9301
	7/19	5	15	4.7	0.1191	0.1276	0.7121	0.0658	0.1534	0.5468	0.4926	0.7774
	7/23	5	91	3.8	0.4130	0.3113	2.8579	0.1205	0.9834	2.0875	3.6396	6.2761
	7/29	5	90	3.9	1.0175	0.1817	0.9181	0.0000	0.5380	1.1268	2.7556	7.2426
	8/7	4	73	4.4	1.2981	0.5306	1.2400	0.1409	2.9539	0.9858	6.0398	5.7279
	8/12	5	70	4.0	1.5999	0.2497	0.6716	0.0792	0.4917	0.5972	2.7320	6.7874
	8/13	5	139	3.6	1.7163	0.3391	0.6901	0.0518	0.7959	0.6958	7.4486	6.9503
	8/25	5	40	4.4	0.2507	0.1958	1.2939	0.1393	1.1835	1.2392	2.4898	2.4502
	8/29	5	34	4.4	0.4244	0.1641	1.2704	0.1146	0.5499	1.5321	1.2907	1.9620
	8/31	5	69	3.9	0.5792	0.2067	0.8790	0.0757	0.8136	0.7462	3.9036	4.2546
	9/9	5	58	4.2	0.5041	0.3009	3.2249	0.2625	1.4097	3.4819	1.7520	5.3793
	9/10	5	38	4.2	0.2414	0.4302	0.7312	0.0738	0.6240	0.9820	2.1098	2.0110
	9/19	6	57	3.9	1.3532	0.2815	0.3353	0.0000	0.7404	0.5836	4.3544	6.2670
	9/22	5	162	3.5	2.2785	0.6702	0.8749	0.0000	0.7108	1.9057	5.3083	13.4636
	11/1	10	124	5.5	0.9147	0.4416	3.8260	0.5855	4.4339	6.0743	7.0317	10.0109
	11/5	5	45	3.7	0.4624	0.3183	1.6209	0.1661	0.8741	1.5685	2.4583	3.2711
	11/11	5	64	3.3	0.7271	0.5161	0.6592	0.0641	0.4328	0.9614	1.7827	5.3294
11/12	5	78	4.7	0.1204	0.3690	7.6149	0.7063	0.5400	11.4460	0.4496	1.9614	
11/15	5	173	3.0	0.7370	0.4806	5.6668	0.6063	0.8257	9.2200	6.6540	8.4991	
12/5	6	30	4.9	0.2044	0.1984	1.0153	0.1355	1.1138	1.7073	0.0787	1.8599	
12/11	5	58	3.8	0.3061	0.2087	1.0685	0.0979	0.6998	1.9674	2.8679	6.3377	
12/15	5	101	4.0	0.9228	0.5648	5.2183	0.6741	0.9537	10.3894	5.9539	11.2917	
12/17	6	31	4.3	0.5693	0.1875	0.8769	0.0873	0.3834	1.9354	1.3945	7.1902	
12/17	6	111	3.5	0.8211	0.4356	3.4438	0.3942	0.8159	7.7409	7.5348	3.5761	
2004	1/17	6	71	3.6	0.4492	0.3048	1.8167	0.2420	0.8351	4.3933	3.3999	10.0142
	1/18	7	78	3.6	0.5641	0.2852	2.2666	0.2741	0.4770	5.2290	1.9732	10.6557
	1/20	5	51	4.1	0.8809	0.0971	0.8305	0.1203	0.4961	1.5686	4.0737	2.5197
	2/1	5	135	3.9	1.4720	0.7238	6.6620	0.8032	0.1407	9.0023	10.2050	9.6883
	2/6	6	310	4.3	1.0016	1.5060	24.3808	2.8579	3.6372	63.0960	9.0084	19.9117
	2/22	5	41	4.1	0.2782	0.4609	1.3139	0.1687	1.0032	3.3977	1.9104	4.8758
	2/28	5	38	5.6	0.2766	0.1668	1.0796	0.2130	1.8209	2.2536	3.8241	5.5144
	3/3	5	19	5.2	0.1802	0.1186	0.7334	0.0858	0.5099	1.6460	2.6361	1.2972
	3/5	5	39	6.4	0.5793	0.1586	1.3644	0.2193	1.3689	3.0490	2.3771	5.7950
	3/17	5	87	4.1	0.6772	0.3201	2.8392	0.4046	1.1876	8.0392	4.1288	8.3740
	3/21	6	14	5.3	0.1138	0.1242	0.4921	0.0742	0.7039	0.8298	1.7238	2.2429

EC : μ S/cm, 濃度 : ppm.