

## 慶尚北道 地域의 降水成分 調査

徐明順\* · 金榮錫\*\* · 金福鎮\*\*

### Survey on the Rain Components in Kyungbuk Province

Myung Soon Suh, Yeung Seok Kim, Bok Jin Kim

#### Abstract

This study was carried out to investigate the chemical characteristics of the rain water in rural, urban and industrial areas which are located in Kyongbuk province, namely, Sŏngju, Kumi, Kimchŏn, Yŏngdŏk and Teagu. The experiments were sampled the rain by amount of rain water from July to August in 1989, and analyzed the pH, EC,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{Cl}^-$  contents in the rain water. The results are summarized as follows :

1. The acid rain showed at the begining rain water of all surveyed sites, but there were difference by sites, and particularly severe in Kumi.
2. The content of  $\text{SO}_4^{2-}$  in rain water was high in urban and industrial area, such as Teagu, Kumi and Kimchŏn.
3. According to the increasing rain water amount, the pH in rain water was high, and the contents of other components were low. This phenomenon remarkably presented at higher concentration of components and earlier rain water.
4. The electric conductivity was high significantly positive correlation with contents of  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{Cl}^-$  in rain water, and pH was high significantly negative correlation with contents of  $\text{SO}_4^{2-}$  and  $\text{NO}_3^-$  in rain water, respectively.

#### 序 論

最近 産業의 發達과 都市人口의 集中 그리고 自

動車 煤煙 等에 依한 大氣汚染은 날로 심화되고 있는 實情이므로, 이들에 依한 降雨의 汚染도 심하여 酸性雨의 문제가 惹起되고 있다.

---

\* 嶺南大學校環境大學院 環境科學科

Dept. of Environmental Science, Graduate School of Environmental Studies, Yeungnam University, Daegu 705-035, Korea

\*\* 嶺南大學校 農畜產大學 農學科

Dept. of Agronomy, College of Agriculture and Animal Science, Yeungnam University, Gyongsan 713-749, Korea

一般的으로 降雨은 空氣中에 포함되어 있는 약 300ppm의 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>) 때문에 弱酸性(pH 5.6~5.7)을 나타내지만 大氣汚染物質인 黃酸化物(SO<sub>x</sub>)과 窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)에依해서 強酸性을 나타내는 경우가 있으므로 보통 pH 5.6 以下の 強雨를 酸性雨(acid rain)라 한다.<sup>1, 2, 3, 4)</sup> 이와 같은 酸性雨는 19世紀 英國의 化學者 R. A. Smith가 當時의 工業都市 近郊의 大氣汚染에依해서 만들어짐을 알았으며, 이러한 酸性雨에依해서 영향을 받는 것은 섬유제품의 退色, 金屬의 腐蝕, 植生被害等으로 當時 産業의 急伸長에 對한 어두운 面인 公害의 심각성을 Smith氏는 주장하였다.<sup>5)</sup> 그後 英國에서는 1970年代에 들어와서 酸性雨에 對한 大規模 調査를 行하였으며, 酸性雨는 地球北半部의 産業文明圈을 中心으로 現代産業 公害物質과 大氣圈의 氣象要因 등의 複合現象으로 北美大陸에서는 이미 pH 3.0의 酸性雨가 내리고 있으며,<sup>7)</sup> 이들 大氣汚染物質이 확산되어 極地方에서도 酸性雨가 測定된다고 한다. <sup>7)</sup> 우리나라와 가까운 日本 關東地方 降雨中の pH는 3.0~6.7 範圍이며,<sup>1, 8)</sup> 우리나라의 경우 서울에서는 87個 調査地點中 63%가 pH 5.6 以下인 酸性雨이고, 最低 pH는 2.5인 곳도 있었다고 하며,<sup>9)</sup> 工業圈地인 울산에서는 平均 pH가 4.28이라고 報告하였고,<sup>10)</sup> 李<sup>11)</sup>는 大田市에서도 pH 4.11의 酸性雨가 내린바 있다고 하였으며, 水原地域에서도 最低 pH가 3.85 였다는 報告도 있다.<sup>12)</sup>

酸性雨에 依한 被害로서는 湖沼 및 河川水의 酸性化, 森林의 枯死, 사람의 눈과 피부 자극, 彫像 및 建物과 섬유제품 등에 對하여 영향을 준다. 그리고 水源의 酸性化는 水道施設에 障害를 發生시키고, 水道配管系의 金屬溶出으로 우리 人間健康에도 영향을 준다. 북구라과, 미국, 캐나다 等地에서는 酸性雨에依해서 特定の 魚種이 減少 또는 消滅되는 例가 많이 報告되고 있으며, 이는 主로 酸性雨에依해서 土壤中の Al이 溶出되어 汚染됨으로써 魚類에 被害를 주게되며, 이의 對策으로서는 石灰物質을 散布하여 pH를 調節하는 方法이 강구되고 있다. 또한 酸性雨는 土壤에 窒素成分을 공급해주는 效果도 있으나, 土壤中の Ca, Mg 등 塩基類들을 溶脫시키므로써 土壤을 酸性化시켜 植物에 被害를 주는데 이러한 現象은 多雨地域에서 더욱 심하게 일어난다.<sup>1, 13, 14)</sup> 또한 酸性雨에 依한 土壤의 酸性

化는 土壤自體의 緩衝能의 大小에 따라 그 進行程度가 다르다. 酸性雨에 依한 植物 被害에는 直接的으로 植物의 生育에 被害를 주기도 하지만, 보통 오랜기간 동안 酸性雨中에 含有된 大氣汚染物質이 축적되어 만성적으로 일어나기 때문에 早期發見의 어려운 點이 있어 지속적인 調査 檢討가 必要하다.<sup>15, 16, 17)</sup>

따라서 本 調査研究은 慶北道內 地域 特性에 따른 5個 地域(성주, 구미, 대구, 김천, 영덕)의 降雨에 對하여 우리나라 雨期인 7월~8월 사이에 降雨量 別로 pH, EC, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> 등의 含量을 分析 檢討한 것으로서 그 結果를 報告한다.

### 材料 및 方法

#### 1. 降雨採取地域

- 平野地域: 경북 성주군 성주읍 예산리
- 工業地域: 경북 구미시 송정동
- 都市地域: 대구직할시 남구 대명1동.  
경북 김천시 신음동.
- 海岸地域: 경북 영덕군 영덕읍 화개1리

#### 2. 降雨採取方法

1989年 7월~8월에 걸쳐 上記 地域에서 降雨採取器로 趙의 方法<sup>12)</sup>과 같이 降雨量 0~2mm, 2~4mm, 4~6mm, 6~8mm, 8~10mm로 區分 採取하였으며, 地域別 採取 回數는 성주 및 구미에서는 4回(7월 8일, 7월 24일, 8월 21일, 8월 29일), 김천에서 3回(7월 8일, 8월 21일, 8월 29일), 영덕에서 3回(7월 28일, 8월 21일, 8월 29일), 대구에서 3回(7월 24일, 8월 21일, 8월 29일)이었다.

#### 3. 降雨의 分析方法

pH는 哨子電極法으로 測定하였으며, EC는 EC meter로 測定하였다. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 Turbidimetric method로 試料 및 標準溶液(0, 2.5, 5, 10, 20, 30, 40ppm) 20cc를 各各 取한 後 conditioning reagent (30cc conc.-HCl+300cc 증류수+100cc 95% ethyl alcohol 또는 isopropyl alcohol+75gr NaCl+50cc glycerine) 1cc를 加하고 混合한후 BaCl<sub>2</sub> 結晶을 적당량

넣고 標線까지 물을 채운 후 1分間 잘 혼든후 420 mm에서 비탁 측정하였다.

NO<sub>3</sub>는 Brucine method로서 시험관에 試料 및 標準溶液(0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/L N)을 各各 10cc씩 취한후 0.5% NaAsO<sub>2</sub> 溶液 1방울 (0.05cc)을 加한 다음 2cc의 NaCl溶液을 넣고 混合한후 냉각하면서 10cc의 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液을 加한다. 그리고 0.5cc의 brucine sulfanilic acid 溶液을 加하고 진탕후 95℃ 以上の water bath 上에서 정확히 20分間 유지한후 냉각시켜 卞장 410mm에서 吸光度를 測定하였다.

Cl은 Mercuric thiocyanate method로서 시험관에 試料 및 標準溶液(0, 1, 2, 4, 6, 8, 10ppm)을 各各 5cc씩 取한후 ferric ammonium sulfate溶液 2cc, mercuric thiocyanate溶液 1cc, CH<sub>3</sub>OH溶液 10cc를 加하고 진탕후 약 20℃ 에서 5~30分 사이에 卞장 460 mm에서 吸光度를 測定하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. pH 變化

地域別, 降雨量別 降雨의 平均 pH 및 pH 범위는 表 1과 같으며, 降雨中の 平均 pH는 調査地域 모두에서 最初 2mm에서 가장 낮았고, 다음이 계속해서 2~4(4~6<8<8~10mm)의 順으로 높아졌으며, 地域間에는 0~2mm에서 工業團地에 位置한 구미가 pH 4.70으로 가장 낮았고, 海岸地域에 位置한 영덕이 pH 5.77로 가장 높았으며, 특히 구미에선 調査된 5個 地域中에서 降雨量 10mm까지 平均 pH가 가장 낮았다. 또한 最初 2mm까지의 降雨中 最低

pH는 김천에서 3.82로 가장 낮았고, 대구가 5.09로 가장 높았으며, 最高 pH는 영덕으로서 6.58로 가장 높았다.

pH 5.6 以下인 酸性雨는 성주에서 最低 pH는 4 mm까지, 구미에서는 最低 pH가 10mm까지 모두 酸性雨이고, 最高 pH도 4mm까지는 酸性雨를 나타내고 있었으며, 김천은 最低 pH가 8mm까지, 영덕과 대구는 6mm까지 酸性雨이고, 最高 pH는 구미의 0~2mm 降雨를 除外하고는 모두 pH 5.6 以上으로서 酸性雨가 아니었다.

一般적으로 pH 3.0의 酸性雨에서 大部分의 作物은 葉被害가 發生되고, 葉綠素가 減少된다고 하나 大豆의 경우는 pH 4.0에서 2.8%의 收量減少가 있는 것으로 보이며<sup>18)</sup>, 김천지역에서는 酸性雨에 依한 農作物의 被害가 있는 것으로 思料되며, 平均 pH로 보았을때 調査된 5個 地域中 구미에서 降雨의 平均 pH가 가장 낮은 原因은 구미공단의 各種工場에서 排出되는 SO<sub>2</sub>가스 등에 起因된 것으로 思料된다. 또한 降雨量이 增加할수록 pH가 높아지는 原因은 大氣中에 汚染된 가스들이 降雨에 依해서 吸收되어 地上에 내려옴으로서 酸性雨의 原因이 되는 大氣中 汚染物質의 濃度가 점점 減少된다는 것을 意味한다.

#### 2. 電氣傳導度(EC) 變化

調査된 地域別, 降雨量別 降雨의 電氣傳導度(electrical conductivity)는 表 2와 같으며, 強雨中的 平均 電氣傳導度는 降雨量이 增加할수록 모든 地域에서 낮아졌으며, 특히 2~4mm의 降雨量에서 急速히 減少되었다.

地域別 平均EC를 보면 降雨量이 0~2mm에서

Table 1. pH in rain water by different locations.

Location	Fraction amount of rain water (mm)				
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10
Songju	5.56(4.78~6.12)	5.69(5.03~6.06)	6.05(5.71~6.41)	6.06(5.59~6.40)	6.46(6.27~6.58)
Kumi	4.70(4.47~5.05)	5.08(4.56~5.58)	5.51(4.78~6.42)	5.53(4.48~6.29)	5.77(4.88~6.42)
Kimch'on	5.60(3.82~6.53)	5.82(3.99~6.75)	5.97(4.24~6.96)	5.93(4.50~6.85)	6.37(5.85~6.90)
Yongdök	5.77(4.65~6.58)	6.04(5.29~6.49)	6.09(5.46~6.43)	6.33(6.22~6.41)	6.22(6.00~6.39)
Taegu	5.71(5.09~6.48)	6.20(5.80~6.46)	6.00(5.22~6.51)	6.28(6.17~6.50)	6.61(6.35~6.83)

Table 2. Electrical conductivity in rain water by different location

(unit :  $\mu$ mhos/cm)

Location	Fraction amount of rain water (mm)				
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10
Sŏngju	24.75(12~37)	11.25( 8~16)	9.50( 8~11)	8.50( 3~13)	7.25( 6~10)
Kami	40.75(14~70)	21.75(12~31)	16.25(10~26)	13.50(10~22)	11.50( 5~21)
Kimch'ŏn	49.33(33~81)	38.67(23~70)	24.67(19~32)	17.33(10~22)	13.33(10~19)
Yŏngdŏk	20.67(12~30)	16.67( 7~28)	17.33( 8~25)	13.33( 9~16)	14.33(10~18)
Taegu	46.67(36~65)	28.00(15~40)	13.67(10~20)	12.33( 8~19)	12.67( 8~21)

김천이 49.33 $\mu$ mhos/cm으로 가장 높았고, 그리고 대구 : 46.67, 구미 : 40.75, 성주 : 24.75, 영덕 : 20.67 $\mu$ mhos/cm順으로 낮았는데, 都市 및 工場地域인 김천, 대구, 구미에서 工場이 없는 성주나 영덕에 비해 훨씬 높았다. EC 最高値에 있어서도 前者인 김천, 대구, 구미에서 後者인 성주, 영덕에 비해 훨씬 높았다.

降雨量이 増加할수록 EC가 낮아지는 것은 大氣中の 汚染物質이 降雨에 依해서 除去되기 때문에 降雨 初期에는 많이 吸收되었고 나중에는 적게 吸收되어 EC가 낮아지는 것으로 判斷되고, 都市나 工場地域에서 EC가 높은 것은 工場이 없는 地域에 비해 大氣汚染物質이 많다는 것을 意味한다.

測定된 EC의 最高値는 김천에서 81 $\mu$ mhos/cm이나 이는 日本의 農業用水의 水質基準 300 $\mu$ mhos/cm에 비해 훨씬 못미치므로 農作物에 障害를 줄 정도는 아님을 알 수 있다.

### 3. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量

調査된 地域別, 降雨量別 降雨中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量을 보면 表 3과 같다.

初期 0~2mm의 降雨의 경우 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量의 平均値로는 電氣傳導의 경우와 비슷하게 김천지역이 가장 높았고, 구미, 대구, 성주, 영덕의 順位로 낮았는데, 都市地域 및 工場地域인 김천, 구미, 대구지역에선 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量이 다른 地域에 比해서 훨씬 높았으며, 最高値에 있어서도 이들 3個 地域間이 다른 2個 地域에 比해서 훨씬 높았고, 이들 3個 地域間에는 대구 및 구미지역이 김천지역보다 다소 낮았다.

降雨中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量은 大氣中 아황산가스(SO<sub>2</sub>)의 접촉 酸化에 起因된 것으로 報告되고 있으며,<sup>13)</sup> 아황산가스의 排出源은 주로 bunker-c油 및 연탄을 燃料로 사용하는 各種工場 및 家庭, 그리고 自動車排氣等이므로, 都市 및 工場地域의 大氣中에 많이 存在한다. 그러므로 本 調査에서도 都市 및 工場地域인 대구, 구미, 김천지역의 降雨中에 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量이 높았던 것으로 생각된다.

降雨量이 増加할수록 降雨中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量은 전기 전도도의 경우와 같이 낮아지는 傾向이었으며, 특히 調査全地域에서 降雨量 2~4mm에서 급격히 減少되었으며, 이러한 減少 程度는 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量이 높을수록 현저하였는데, 이는 降雨量 増加에 따라 大氣中の 아황산가스 含量이 減少하였기 때문으로

Table 3. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> content in rain water by different locations.

Location	Fraction amount of rain water (mm)				
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10
Sŏngju	7.16(2.14~10.37)	4.47(0.54~ 6.83)	4.14(2.41~ 5.63)	4.31(2.41~7.12)	3.20(0.54~5.16)
Kumi	13.51(4.02~23.11)	6.87(3.21~11.39)	6.41(2.68~10.20)	4.54(1.88~8.02)	4.36(1.34~7.42)
Kimch'ŏn	13.99(8.04~17.75)	8.81(3.21~14.67)	7.01(3.21~ 9.61)	4.79(1.34~6.63)	3.68(0.54~6.83)
Yŏngdŏk	3.88(2.44~6.53)	3.26(1.53~ 5.83)	3.16(1.22~ 6.92)	2.67(0.92~6.03)	3.37(1.83~6.13)
Taegu	13.22(5.49~23.66)	7.46(3.05~10.71)	3.64(1.07~8.31)	3.54(1.53~7.22)	3.40(0.61~7.72)

사료된다.

黃酸根(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)에 의한 水稻의 被害程度는 100 ppm에서 현저히 收量이 減少되는데,<sup>20)</sup> 調査된 地域의 最高值인 23.66ppm은 100ppm에 훨씬 미달되므로 作物生育에 被害를 주지 않을 것으로 판단되나, 많은 量의 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>가 오랜기간 동안 土壤中에 蓄積된다면 土壤酸化에 依해서 作物에 被害를 줄 可能이 있지만, 오히려 黃成分은 作物의 必須多量 元素이므로 作物에 營養源으로서 利用될 可能性이 있다.

#### 4. NO<sub>3</sub> 含量

地域別, 降雨量別 降雨中 NO<sub>3</sub> 含量의 平均値 및 範圍는 表 4와 같으며, 初期 0~2mm의 降雨 경우 NO<sub>3</sub> 含量의 平均値로 보았을때 구미지역이 가장 높았고, 김천, 대구, 영덕, 성주의 順位로 낮았는데, 구미 및 김천지역이 다른 地域들에 비해서 훨씬 높았으며, 最高値에 있어서도 이들 두 地域이 훨씬 높았다. 降雨量이 增加 할 수록 降雨中 NO<sub>3</sub> 含量은 減少되는 傾向이었으나 그 程度는 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 경우처럼 뚜렷하지는 않았다.

Table 4. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> content in rain water by different locations.

(unit : ppm)

Location	Fraction amount rain water (mm)				
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10
Sŏngju	0.36(0.12~0.55)	0.32(0.06~0.55)	0.30(0.04~0.65)	0.21(0.04~0.48)	0.32(0.07~0.57)
Kumi	0.73(0.17~1.67)	0.36(0.07~0.94)	0.35(0.14~0.79)	0.29(0.10~0.47)	0.17(0.05~0.47)
Kimch'ŏn	0.60(0.07~1.23)	0.50(0.12~1.02)	0.34(0.07~0.65)	0.37(0.05~0.56)	0.28(0.03~0.44)
Yŏngdŏk	0.41(0.02~0.68)	0.34(0.02~0.56)	0.26(0.04~0.37)	0.19(0.07~0.37)	0.29(0.09~0.45)
Taegu	0.42(0.10~0.79)	0.29(0.09~0.44)	0.28(0.06~0.42)	0.15(0.03~0.27)	0.14(0.07~0.19)

大氣汚染物質中 窒素酸化物(NO<sub>2</sub>, NO)은 고온연 소시 窒素와 酸素가 存在하면 항상 만들어지므로 自動車뿐만 아니라 工場이나 住宅 等에서의 연소 시에도 窒素酸化物이 生成될뿐만 아니라 大氣中에서 번개에 依해서도 生成되는데,<sup>21)</sup> 이들 窒素酸化物(NO<sub>2</sub>가스나 NO가스)은 물의 作用에 依해서 질산으로 變化되기 때문에 降雨中에는 NO<sub>3</sub>형태로 含有된다.

水稻에 對한 窒素過剩의 영향은 報告者들에 따라서 多少의 差異는 있으나, 보통 正常施肥를 한

경우에 灌溉水中 窒素含量이 3~5ppm에서 收量減少를 가져온다고 하는데,<sup>21)</sup> 本 調査地域에서의 最高値는 1.67ppm이므로 作物生育에 被害를 주지 않을 것으로 判斷되며, 오히려 窒素成分은 肥料 三要素의 한 成分이므로 作物의 養分으로서 利用될 可能性이 클 것으로 생각된다.

#### 5. Cl<sup>-</sup> 含量

地域別, 降雨量別 降雨中 Cl<sup>-</sup> 含量의 平均値 및 範圍를 보면 表 5에서와 같이 地域間에는 큰 差異가

Table 5. Cl<sup>-</sup> content in rain water by different locations.

(unit : ppm)

Location	Fraction amount of rain Water (mm)				
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10
Sŏngju	1.63(0.20~2.44)	1.11(Tr.~2.00)	1.04(Tr.~1.78)	0.78(0.04~1.82)	0.84(Tr.~1.35)
Kumi	1.90(Tr.~4.08)	1.17(Tr.~2.17)	1.07(Tr.~1.67)	0.79(0.16~1.64)	0.76(0.04~1.67)
Kimch'ŏn	1.75(0.51~3.76)	1.89(0.39~4.26)	1.15(0.08~2.22)	0.79(Tr.~1.45)	0.86(0.31~1.13)
Yŏngdŏk	1.73(1.10~2.45)	1.64(1.18~2.26)	1.46(0.75~2.17)	1.01(0.47~1.42)	1.47(0.55~2.22)
Taegu	2.47(1.53~3.71)	1.66(0.82~2.17)	1.39(0.31~2.08)	0.97(0.16~1.49)	1.13(0.08~1.90)

없으며, 降雨量이 增加할수록 降雨中 Cl<sup>-</sup> 含量은 多少 減少되는 傾向이나, 그 程度는 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 경우 처럼 뚜렷하지는 않았다.

水稻에 對한 灌溉水中 Cl<sup>-</sup>의 被害限界 濃度는 501. 1ppm이므로,<sup>22)</sup> 本 調査地域에서의 最高値는 4.08 ppm이므로, 作物의 生育에는 아무런 被害를 주지

않을 것으로 생각된다.

6. 降雨中 成分含量의 分布 및 含量間의 關係

地域別 降雨中 成分含量의 分布比率는 表 6과 같다.

調査地域 降雨의 pH分布比率는 酸性雨에 해당이

Table 6. Distribution rate of some chemical characteristics of rain water by different locations

		(unit : %)				
Elements	Location Range	Songju (20)	Kumi (20)	Kimch'ŏn (15)	Yŏngdŏk (15)	Taegu (15)
pH	5.6 >	25	70	27	20	20
	5.6 <	75	30	73	80	80
EC	10 μ mhos >	40	5	-	20	20
	10~50 μ mhos	60	90	87	80	73
	50 μ mhos <	-	5	13	-	7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	5 ppm >	55	45	33	67	47
	5~10 ppm	40	35	47	33	33
	10~20 ppm	5	15	20	-	13
	20 ppm <	-	5	-	-	7
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1 ppm >	100	95	87	100	100
	1 ppm <	-	5	13	-	-
Cl <sup>-</sup>	1 ppm >	35	40	47	20	27
	1~3 ppm	65	55	40	80	66
	3 ppm <	-	5	13	-	7

( ) : Number of sample

되는 pH 5.6以下가 구미지역에는 70%로서 가장 높았으며, 其外 地域에서는 20~27%로서 서로 비슷하게 낮았다. 그러나 調査地域 모두에서 酸性雨가 내리고 있음을 알 수 있지만 本 調査는 降雨量 10 mm까지만 採取하여 分析調査되었기 때문에 降雨量이 이보다 더 많아지면 이 分布比率이 낮아 지리라고 생각된다.

降雨의 EC分布比率는 10~50μmhos/cm 범위에서 모든 地域 共히 60% 以上으로서 大部分을 차지하고 있으며, 50μmhos/cm 以上인 경우는 별로 없었다.

降雨中の SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>含量 分布比率는 10ppm 以下인 경우가 大部分을 차지하고 있으며, 10ppm인 경우는 구미, 김천, 대구지역에서 各各 20%, 성주지역에서는 5%, 영덕지역에선 없었다. 即 都市 및 工場 地域에서 그 分布比率이 높았음을 알 수 있으며,

이는 大氣中の 아황산가스의 汚染이 심하였기 때문인 것으로 생각된다.

降雨中の NO<sub>3</sub><sup>-</sup>含量 分布比率는 大部分 1ppm 以下였으며, 1ppm 以下인 경우는 김천지역에서 13%, 구미지역에서 5%, 其外 地域에서는 그 分布比率이 없었다.

降雨中の Cl<sup>-</sup>含量 分布比率는 大部分 3ppm 以下였고, 3ppm 以上인 경우는 김천지역에서 13%, 대구지역에서 7%, 구미지역에서 5%, 성주 및 영덕 지역에서는 그 分布比率이 없었다.

表 7은 降雨中에 含有된 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> 等の 含量이 pH 및 EC에 미치는 영향을 알아보기 爲해서 이들 成分含量間의 相關係數를 求한 結果로서, 降雨中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> 含量은 pH와 負의 關係가 있었으며, 특히 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>는 高度의 有意性있는

Table 7. Simple correlation coefficients among some chemical characteristics of rain water

	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
pH	-0.363**	-0.607**	-0.144
EC	0.807**	0.656**	0.604**

\*\* Singmificant at the 1% level.

負의 相關이 있었다. 卽 大氣中の 汚染物質이 降雨에 混入되어 酸性雨를 만드는데, 本 調査에서 分析된 成分中에서는 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 含量이 酸性雨에 크게 관련된 것으로 料된다.

降雨中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> 含量은 EC와 高度의 有意性있는 正의 相關이 있었다. 이는 降雨中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> 등의 含量이 높을수록 EC가 높아짐을 알 수 있다.

그림 1은 降雨中 pH와 EC間의 關係를 回歸直線方程式으로 나타낸 것으로서 降雨中の pH와 EC間에는 高度의 有意性이 있는 負의 相關이 있었다. 이는 降雨中の EC를 높여준 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> 등의 含量이 酸性雨 生成에 관련됨을 알 수 있으며, 특히 이들 成分中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 및 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 含量이 많을수록 降雨의 pH를 크게 낮추어 주었음을 분명히 보여주고 있다.

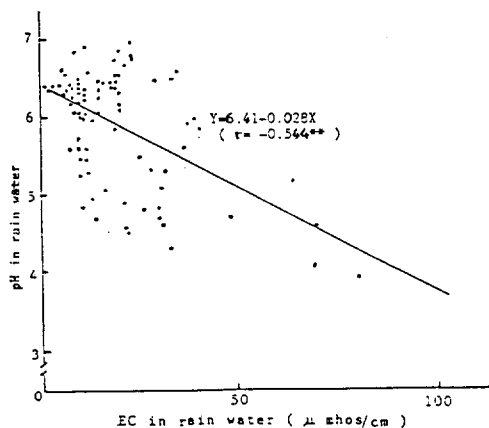


Fig. 1. Relationship between EC and pH in rain water

要 約

慶北道內에 위치한 성주, 구미, 김천, 영덕, 대구 등 5個 地域을 對象으로 1989年, 7月~8月 사이에 降雨量別로 降雨中 pH, EC, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> 등의 含量을 分析調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 調査地域 모두 初期降雨에는 酸性雨로 나타났으며, 그 程度는 地域에 따라 差異가 있었지만 구미지역에서 가장 甚하였다.

2. 降雨中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量은 都市 및 工業地域인 대구, 구미, 김천지역에서 높았다.

3. 降雨量이 增加할수록 pH는 높아지고, 其外 成分은 減少되었는데, 이러한 增減의 程度는 降雨量 初期(2~4 mm)와 含量이 높은 成分일수록 현저하였다.

4. 電氣傳導度는 降雨中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> 含量이 높을수록 높아졌으며, pH는 降雨中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 및 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 含量이 높을수록 낮아졌다.

參考文獻

1. 平石尹彦 (1984) : 酸性雨問題의 把握, 公害と對策, 20(1), 47~51.
2. Budiansky Stephen (1980) : Acid rain and the missing link, Environ. Sci. Technol., 14(10), 1171~1173.
3. \_\_\_\_\_ (1981) : Understanding acid rain, Environ. Sci. Technol. 15(6), 623~624.
4. 崔德一, 韓義正, 林根相, 金黃洙 (1980) : 降水物成分變化에 依한 大氣汚染度의 間接測定 및 評價에 關한 研究, 國立環境研究所, 2, 59~
5. スウエーデン 農業省作成 : Acidification-Today and Tomorrow.
6. Hutchinson, T. C. and Havas, M. : Sulfur dioxide absorbed in rain water, Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystem, Plenum Press, New York and London, 41~45.

7. 松岡義浩, 高崎強, 宇田川理 (1973): 植物中に集積する硫黄成分と大氣中の亞硫酸カスについて, 大氣汚染研究, 8, 538.
8. 大喜多, 敏一 (1983): 酸性雨の物理と化學(第1講), 酸性雨の發生・對策の歴史, 公害と對策, 19(12), 74~78.
9. 朴奉奎, 李仁淑, 崔炯善 (1983): 서울시에서의酸性降雨에 관한 研究, 韓國生活科學研究院論叢 32輯, 137~142.
10. 박종희, 권기성, 신대현, 윤석승 (1982): 우리나라 特定地域의 酸性降雨現象에 관한 調査, 文敎部政策課題研究報告.
11. 李壽煜 (1987): 酸性비의 生體 영향과 對應方案, 國立環境研究院, 31~44.
12. 趙在規, 金福榮 (1987): 농작물환경오염원조사, 農業技術研究所 試驗研究報告, 38~44.
13. Mohnen, V.A. (1988): The challenge of acid rain, Sci. Ame., 259, 30~38.
14. Munger, J. W. (1982): Chemistry of atmospheric operation in the north-central United States: Influence of sulfate, nitrate, ammonia and calcareous soil particles, Atm. Env., 16(7), 1633~1645.
15. Tyree, S. Y. Jr. (1981): Rain water acidity measurement problems, Atm. Env., 15, 57~60.
16. Ohta, S., Ohkita, T. and Kato C. (1981): A numerical model of acidification of cloud water, J. Met. Soc. Japan. 59, 892~901.
17. Sandberg, J. S. et al (1976): Sulfate and nitrate particulates as related to SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> gases and emissions, J. Air Pollut. Control Assoc., 26, 559~564.
18. 김규식, 김복영 (1988): 농작물에 대한 인공 산성비의 영향, 韓土肥誌, 21(2), 161~167.
19. 戶田光晴 (1969): 農業と公害, 日本農林省 農地局, 127~137.
20. 김정제, 한대성 (1979): 灌溉水中黃酸이 水稻의 減收에 미치는 影響, 江原大學校研究論文集, 13輯, 99~104.
21. 戶田光晴 (1969): 過剩窒素と農作物被害, 農業と公害, 農業用水の水質保全, 173~214.
22. 朴天緒, 金福鎮, 金戊謙, 金泳燮, 李載現 (1968): 高濃度含鹽水 灌水로 인한 水稻減收原因에 관한 研究, 農試研報, 11(3), 21~28.