

# 同位元素를 利用한 濟州地域 水資源에 關한 研究

*Environmental Isotope—Aided Studies on Water Resources in the Region of Cheju*

安 鍾 成

〈韓國에너지研·環境安全研究室 責任研究員〉

李 鉦 浩

〈韓國에너지研·環境安全研究室長〉

## I. 序 言

濟州道는 火山熔岩으로 構成된 特殊上層構造로 되어있기 때문에 韓國最大의 降雨量을 가지면서도 用水의 不足을 면치 못하고 있다. 熔岩孔隙으로 降水의 대부분이 流失되거나, 地下로 침투되어 河川의 대부분은 乾川이며, 道内水源으로는 一部의 地表水와 湧泉水, 地下水이외는 기대하기 어렵다.<sup>9)</sup> 이와같은 水資源의 問題는 濟州地域 産業發展에 큰 制限要因이 되고 있어서 水資源의 開發과 確保는 濟州道開發의 基本課題로 되어 있다.

1970년부터 濟州道는 水資源開發을 위하여 地下水開發을 시작한 이래 1986年 現在 200 個所以上의 地下水用 管井을 掘鑿하여 1日 20萬屯以上 규모의 地下水를 供給하고 있다. 濟州道の 用水量은 人口增加, 觀光開發 및 農·水産業의 發達로 인하여 매년 增加되고 있으며, 限定된 地下水의 保護와 이의 적절한 活用을 위한 對策이 시급하다. 특히 地下水源의 過多利用으로 海水의 浸透에 따른 地下水 荒廢化 現像은 島嶼地方에서 흔히 問題가 되는데, 濟州地域의 地下水保護를 위해서는 이와 關連된 基礎調查研究가 切實하며 ditch tunnel法 등을 利用한 새로

운 方法으로의 地下水開發을 서둘러야 할 필요가 있다.

### 1. 濟州道の 地質

濟州道地域의 岩石은 鑛物과 岩石組織에 따라 picrite玄武岩, 감람석을 함유한 玄武岩, 비정질玄武岩, trachyte質 安山岩 및 trachyte로 分類할 수 있다.

海岸線을 일부의 모래와 礫 및 火山灰로 구성된 堆積岩層이 分布되어 있으나 그 규모와 分布面積은 그리 넓지가 않다. 성읍리 부근에 分布된 picrite玄武岩內의 節理는 매우 불규칙적이고, 일반적으로 비정질火山岩은 節理의 발달 상태가 불량하다.<sup>8)</sup>

### 2. 地下水 產出狀態

濟州地域 岩盤內에 포함된 深部地下水의 產出狀態는 ①節理나 裂隙과 같은 小構造帶內에 포함된 地下水, ②熔岩tunnel과 熔岩lava와 같은 洞孔型 ③透水性 火山碎屑層을 수반하고 있는 2個의 熔岩層의 접촉면에 포함된 地下水로 구분된다. 또한 濟州의 地下水는 他火山岩 分布地域과 同一하게 上位地下水와 基底地下水로 區分된다. 上位地下水는 基底地下水 上層에 帶水

層을 이루고 있으며, 基底地下水는 淡水가 水理學的으로 軟水와 직접 접촉해 있는 帶水層內에 있는 深層地下水이므로 多量의 用水로 開發할 수 있다.

일반적으로 濟州地域에 水文循環은 降水에 의해 地上으로 내린 물이 節理, 熔岩孔洞 및 岩石 접촉면과 같은 2次 有効孔隙를 따라 地下로 浸透되며 이들은 계속 깊은 곳으로 浸透되어 基底地下水를 이룬다.<sup>8)</sup>

濟州道에는 UNDP事業으로 1969년 이후 120個所의 試驗井과 30個所의 揚水井을 設置하였는데, 平均 116m의 깊이와 一日平均生産量 1,300톤에 이르는 매우 良好한 深井을 開發한 바 있다. 또한 1973년 이후 農業振興公社에 의해 20개의 揚水井을 設置하여 平均深度 116m에서 1日平均 1,176톤의 深層地下水를 開發한 바 있다.

### 3. 地下水 開發의 問題點

基底地下水는 앞으로 濟州道 用水開發에 가장 필연적이고 잠재적인 用水源이다. 現在 濟州道の 海岸을 따라 상당수의 深井을 開發하고 있는 중이나 그중 일부 深井은 海岸線에 너무 隣接해서 掘鑿을 했으므로 多量의 揚水로 인하여 淡水帶內로 鹽水가 侵入될 우려가 있다.<sup>8)</sup> 그러므로 基底地下水開發 以前에 가장 시급하게 시행해야 할 問題는 鹽水가 淡水帶內로 侵入되지 않는 범위내에서 深屬地下水를 開發할 수 있는 綜合的인 地下水調査가 先行되어야 할 것이다. 이를 위해서는 ① 海岸地域의 地下水 採取로 因한 淡水와 鹽水와의 水理的인 關係가 突明되어야 하고, ② 降水와 地表水도 地下水 資源과 相互關聯시킨 調査研究를 環境同位元素를 利用, 遂行되어야 할 것이다.

### 4. 研究 史

水文學 研究에 環境同位元素를 利用한 것은

그리 오래지 않으나 水素의 同位元素인 deuterium, tritium을 利用한 水文學 研究가 近來에 와서 활발히 遂行되고 있다.<sup>12)</sup>

環境同位元素를 利用한 國內의 水文學的 研究現況을 보면 deuterium, tritium 및 oxygen-18에 의한 서울地域의 江水와 地下水와의 相互關聯性에 대한 研究<sup>1)</sup>가 있는데, 이 보고서에 의하면 서울都心地에서 降水가 地下水로 流入되는 경우가 적고, 또한 이 地域에는 人口密度가 높아져 地下水를 양수하여 使用하기 때문에 地下水位가 낮아져 오히려 江水가 地下流入된다고 보고하고 있다.

또한 漢江流域內 分布되어 있는 沖積層과 結晶質岩內에 貯류된 地下水 相互關係에 관한 研究<sup>4)</sup>에서는 沖積퇴積層으로 被履된 結晶質岩의 上部沖積層內에 貯류된 地下水는 核實驗 以前의 氣象水가 充填되어 있는 반면 漢江上流 石灰岩帶水層內의 地下水는 滯在期間이 數個月 정도 된다고 보고되었다.

濟州道の 水資源研究로는 中山間地帶의 水資源開發에 관한 研究가 있으며, 濟州道 地下水源에 대한 地質學的인 調査를 통해 地下水의 流通經路와 貯藏에 대한 研究를 遂行한 바 있다.<sup>7)</sup>

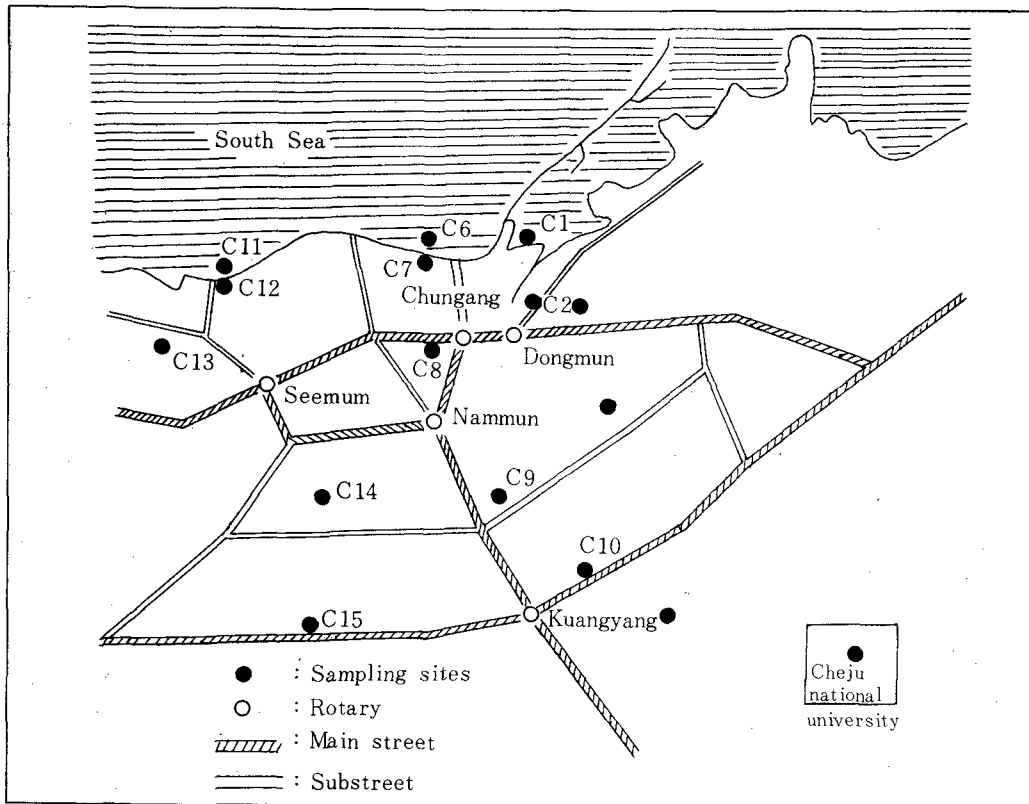
또한 濟州道の 地下水系는 降水와 流入水와의 關係에 의하여 여러개의 흐름으로 分類可能한 것으로 報告되어 있다.<sup>9)</sup>

## II. 材料 및 方法

### 1. 試料採取

濟州市 地域의 試料는 figure 1과 table 1에서 보는 바와 같이 海水(C<sub>1</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>11</sub>), 湧泉水(C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>12</sub>)와 地下水(C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>, C<sub>10</sub>, C<sub>13</sub>, C<sub>14</sub>, C<sub>15</sub>, C<sub>16</sub>)로 區分하여 4, 5, 6월에 각각 化學分析用 1l와 環境同位元素測定用 2l씩 採集하였다. 降水는 2, 3, 4, 5, 6월에 各 1l씩

<Figure 1> Location of sampling sites of Cheju city area.



<Table 1> Specifications of the sampling sites in Cheju city area.

Sample	Location	Description	Distance from sea(km)	Depth(m)
C 1	Kōnip-dong	sea water	-	-
C 2	Kōnip-dong	spring water	0.20	-
C 3	Kōnip-dong	ground water	0.30	45
C 4	I 1 do 2-dong	ground water	0.80	80
C 5	I do 1-dong	spring water	1.90	-
C 6	Samdo 2-dong	sea water	-	-
C 7	Samdo 2-dong	ground water	0.05	-
C 8	I do 1-dong	ground water	0.45	13
C 9	I do 1-dong	ground water	1.13	78
C10	I do 1-dong	ground water	1.63	90
C11	Yongdam-dong	sea water	-	-
C12	Yongdam-dong	spring water	-	-
C13	Yongdam-dong	ground water	0.37	-
C14	Samdo 1-dong	ground water	1.15	55
C15	Samdo 1-dong	ground water	1.75	90
C16	Ara 1-dong	ground water	7.00	240

tritium含量을 測定하였다.

## 2. Tritium測定 環境同位元素測定

### 가. Tritium測定

#### 1) 試料의 前處理

降水를 除外한 모든 물試料은 蒸溜하여 鹽을 除去한 후 600g을 取하고, 電氣分解로 濃縮하는 동안에 電極의 腐蝕을 防止하기 위하여 0.67%의 sodium peroxide를 加하여 alkali로 되게 하였다.<sup>6)</sup>

#### 2) Tritium濃縮

前處理된 試料은 電氣分解槽를 이용하여 20g까지 濃縮하였다. 試料을 電氣分解할 때는  $-1 \sim 0^{\circ}\text{C}$  유지하여 tritium의 蒸發을 防止하였고, 結氷을 방지하기 위하여 冷凍槽內에 10% ethylene glycol을 加하였다. 또 最初電流는 120mA  $\text{cm}^{-2}$ 의 電流密度가 되도록 調整하였고 電氣分解가 進行됨에 따라 200mA  $\text{cm}^{-2}$ 를 超過하지 않게 調整하였다.

濃縮時間은 約210時間이 所要되었으며, tritium含量을 이미 알고 있는 2個의 tritiated water를 다른 試料과 同一하게 處理하여 濃縮係數를 計算하였다. 試料의 濃縮이 完了된 후 試料內 sodium hydroxide의 濃도가 約20% 정도이므로  $\text{CO}_2$  gas를 注入시켜 sodium carbonate로 만든 다음 乾燥될 때까지 蒸溜하여 蒸溜, 濃縮된 액체부분을 tritium測定試料로 하였다.

#### 3) Tritium計測

Tritium濃縮 및 蒸溜가 完了된 試料을 計測용기에 10ml를 취하고, 여기에 instagel 10ml를 加하였다. 試料中の 閃光混合物은 1個月以上 安定性이 유지되도록 했다. 計測용기는 閃光混合物에 의해 浸透되거나 化學反應이 일어나지 않으며 計測效率(E)이 높고 background가 낮은 閃光混合物과 함께 tritium을 測定하여  $E^2/B$  값이 큰 teflon計測용기를 使用하였다.<sup>6)</sup> Background用 tritium free water는 호주原子力研究所

(AAEC)에서 分讓받아 使用하였다. Tritium試料은 액체섬광계수기(Packard model 3255)로 計測하였다. 이때 기기의 discriminator 45-600, amplification 100% 그리고 sample charger內의 溫度를  $8^{\circ}\text{C}$ 로 調整하였고, 每試料마다 20分씩 25회 반복계측하였다. Tritium計測値는 Syber computer, JSAHN program에 의하여 TU (Tritium Unit;  $1\text{TU} = 3.24 \times 10^{-3} \text{pCi/g}$ )<sup>1)</sup>로 환산하였다.<sup>3)</sup>

Tritium의 單位는 初期 自然表面水中 tritium含量이 水素  $10^{18}$ 原子當 約1個의  $^3\text{H}$ 原子가 있다는 것이 발견되어 試料中の  $^1\text{H}$   $18^{18}$ 原子當  $^3\text{H}$ 原子의 數를 TU로 나타냈다.<sup>6)</sup>

### 나. Deuterium測定

물試料中 D/H ratios는 질량분석기를 使用하여 測定하였고,<sup>10)</sup> 물試料中 安定同位元素인 deuterium含量(SD)은 다음과 같이 표시하였다.

$$\text{SD} = \left\{ \left( \frac{\text{D/H}}{\text{sample}} \right) / \left( \frac{\text{D/H}}{\text{V(smow)}} \right) - 1 \right\} \times 1,000$$

V(smow) : volume of standard mean ocean water (IAEA, Vienna供給)

### 다. 理化學的 分析

採取한 試料의 現化學的 分析은 다음과 같이 行하였다.

1) 水溫 : 水銀溫度計를 使用하여 試料採取現場에서 測定하였다.

2) pH : 採取하여 실험실로 운반후 즉시 corning pH측정장치(model 5)를 使用, 測定하였다.

3) 電氣傳導度 : Conductivity bridge(Y. S. I. model 31)를 使用, 測定하였다.

4) 陽이온 : ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )은 원자흡광분광기(Perkin Elmer, model 2380)로 測定하였다. 특히  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ 인 경우 화학간섭을 줄이기 위해 0.25%  $\text{La}_2\text{O}_3$ 용액을 처리하였다.

5) 陰이온 : ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )인 경우  $\text{Cl}^-$ 은  $\text{AgNO}_3$ 滴定法,  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ 는 0.05

N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 滴定法, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 탁도정량(turbidity method, standard method, 1981) 方法으로 測定하였다.

라. 海水, 湧泉水 및 地下水의 化學的 分類  
 海水, 湧泉水 및 地下水의 分類는 陽이온 및 陰이온의 ppm(parts per million)값을 epm(equivalents per million)단위로 환산한 뒤, 陽이온의 경우는

$$\frac{Ca^{2+} \text{ or } Mg^{2+} \text{ or } Na^{+}+K^{+} \text{ or } Ca^{2+}+Mg^{2+}}{Na^{+}+K^{+}+Ca^{2+}+Mg^{2+}} \times 100$$

陰이온의 경우는

$$\frac{Cl^{-} \text{ or } SO_4^{2-} \text{ or } CO_3^{2-}+HCO_3^{-}}{Cl^{-}+SO_4^{2-}+(CO_3^{2-}+HCO_3^{-})} \times 100$$

으로 계산해서 Piper의 trilinear diagram<sup>14)</sup>으로 나타냈다.

### III. 結果 및 考察

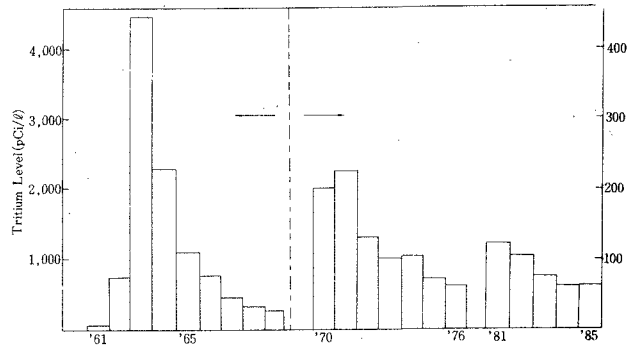
Figure 2에서 보는 바와 같이, 1963年 國內 降水에 核實驗으로 인한 약1,300TU정도의 tritium이 降下되었다.<sup>1)</sup> 現在 國內의 地下水에는 figure 3에서와 같이 濟州에는 20TU의 tritium이 含有되어 있고, 國內의 경우 북쪽지방으로 갈수록 많은 量이 含有되어 있다. Tritium은 地上에서만 生成되고 地下에서는 生成이 안되므로 이를 利用, 地表水 海水 및 地下水의 相互 聯關關係에 關한 研究를 遂行하였다.

濟州地域 降水中の tritium含量은 table. 2와 같다. 12~17TU의 含量을 보이고 있으나 3월에 특히 낮았다. 또한 濟州市 地域 물의 tritium은 table. 3과 같다.

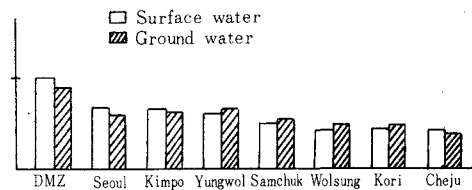
海水에 平均 5.4TU, 淺層地下水에는 14.4TU, 그리고 深層地下水에는 19.5TU의 含量을 보이고 있으며, deuterium含量은 海水에 -3.6per mille을 보이고 있다.

濟州市 地域의 地下水 및 海水의 化學的 組成은 table 4, 5, 6과 같다.

<Fig.2> The variation with time of the monthly weighted tritium levels in precipitation of Pohang



<Fig.3> Distribution of tritium concentration in Korea.



<Table 2> Tritium concentration of precipitation at Cheju in 1983.

Month	Precipitation(mm)	Type	Tritium(TU)
2	63.4	rain	12.4±0.41
3	69.6	rain	5.9±0.31
4	85.7	rain	13.9±0.43
5	88.9	rain	12.1±0.43
6	63.6	rain	17.4±0.44

<Table 3> Environmental isotope and type of water of the Cheju city area.

Water.	Tritium (TU)	Deuterium (per mille)	Type of water
Sea water	5.4	-3.6	Na·Cl
Shallow ground-water	14.5	-39.7	Ca·HCO <sub>3</sub>
Deep ground-water	19.5	-45.8	Na·HCO <sub>3</sub>

海水는 pH8정도이고 地下水는 海水보다 낮은 傾向을 보이고 있었다. 電氣傳導度는 海水가 높고 地下水는 낮았다. 이는 NaCl 등의 鹽이 海

〈Table 4〉 Chemical data of water of samples from Cheju city area in April.

Sample	Temp. (°C)	pH	Na (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Cl (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	CO <sub>3</sub> +HCO <sub>3</sub> (ppm)	Conductivity (μmho cm <sup>-1</sup> )
C 1	14	8.3	800.00	470.0	800.0	1600.0	1753.3	3060.0	153.9	22,222
C 2	14	7.5	9.5	2.9	5.6	2.8	2.8	3.5	25.8	132
C 3	14.5	7.2	17.3	3.8	16.5	6.0	9.1	6.1	39.4	143
C 4	16	8.2	9.3	2.9	5.4	2.1	5.5	1.8	37.6	111
C 5	15	7.2	27.0	2.8	30.5	14.5	23.8	13.1	91.3	500
C 6	14	18.5	10400.0	410.0	200.0	1200.0	1871.0	3060.0	46.6	25,000
C 7	13	7.4	39.5	12.0	24.0	9.0	25.6	29.7	75.2	323
C 8	16	7.4	18.8	7.7	17.6	12.5	15.5	19.2	75.2	357
C 9	14	8.1	29.0	2.8	10.3	17.0	6.4	2.6	23.3	91
C 10	13	7.6	13.1	2.8	10.2	5.6	2.1	6.1	46.5	185
C 11	14	7.9	770.0	100.0	300.0	130.0	2095.0	215.0	78.7	4,545
C 12	13.5	7.7	23.5	18.0	18.0	24.0	45.7	57.6	32.2	1,000
C 13	14	7.7	6.7	2.3	3.6	2.1	11.9	3.1	26.8	63
C 14	14	7.7	7.4	2.5	5.1	2.4	9.1	3.2	32.2	63
C 15	13	7.7	5.7	2.2	3.3	1.8	6.4	2.3	23.3	48
C 16	13	7.8	6.2	5.8	7.4	1.2	2.7	1.3	21.5	42

〈Table 5〉 Chemical data of water samples from Cheju city area in May.

Sample	Temp. (°C)	pH	Na (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Cl (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	CO <sub>3</sub> +HCO <sub>3</sub> (ppm)
C 1	18	8.0	8200.0	400.0	470.0	900.0	14928.0	2857.0	144.5
C 2	14	7.4	10.0	2.9	5.6	3.8	29.3	4.3	78.1
C 3	14.8	7.4	17.6	4.0	8.3	5.0	26.9	7.5	43.0
C 4	16.5	8.2	10.0	3.1	4.8	2.1	36.0	2.3	39.1
C 5	15.5	6.8	29.0	3.1	32.5	15.5	70.2	3.0	97.6
C 6	18.8	8.5	10300.0	500.0	470.0	1200.0	18264.0	3143.0	158.2
C 7	14.5	7.4	37.0	12.5	17.1	9.0	8451.0	17.6	78.1
C 8	17	7.4	18.5	7.3	16.2	10.5	62.1	76.0	19.8
C 9	14	7.8	6.3	2.4	3.2	1.8	9.5	1.3	27.3
C 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C 11	14	7.8	700.0	100.0	55.0	50.0	1130.0	1214.0	31.1
C 12	13.5	8.6	750.0	17.1	375.0	3.0	100.9	117.0	33.2
C 13	14	7.7	8.0	2.4	4.2	2.3	33.5	2.8	31.2
C 14	14	7.7	8.4	2.6	5.4	2.5	39.7	3.3	31.2
C 15	13	7.7	5.9	2.1	2.9	1.7	20.5	1.1	27.3
C 16	13	8.0	5.2	2.3	2.0	1.4	19.9	2.4	68.3

水中에 많기 때문인 것으로 생각된다.

濟州市의 물을 化學的 組成에 의해 水文學的으로 分類하면 table. 7과 figure. 4, 5, 6과 같다.

海水와 같은 NaCl型, 深層水의 일반적인 형태인 NaHCO<sub>3</sub>型, 火山性 地下水에 분포되는 것으로 알려진 CaHCO<sub>3</sub>型 등으로 구분할 수 있다.

<Table 6> Chemical data of water samples from Cheju city area in June.

Sample	Temp. (°C)	pH	Na (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Cl (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	CO <sub>3</sub> +HCO <sub>3</sub> (ppm)
C 1	18.5	7.8	9300.0	390.0	1160.0	310.0	16971.0	2714.0	128.9
C 2	13.5	7.4	9.4	2.6	5.6	4.8	23.2	4.3	42.9
C 3	14	7.4	15.4	3.3	8.3	6.1	2.2	2.9	42.2
C 4	16	7.9	16.4	3.3	4.8	7.5	41.5	8.6	46.1
C 5	16	6.9	26.4	2.6	16.0	23.5	61.5	15.4	98.8
C 6	12	8.3	7100.0	30.0	8.4	230.0	12840.0	2571.0	27.7
C 7	18	7.5	34.0	2.2	4.4	14.8	17.7	34.3	80.1
C 8	17.5	7.8	17.4	8.4	2.1	17.4	386.0	6.3	29.3
C 9	15	7.4	6.4	2.6	13.0	2.3	6.0	3.1	64.4
C 10	14.5	7.6	26.2	3.7	1004.0	23.4	71.9	6.0	72.2
C 11	18.5	8.5	8550.0	430.0	28.0	310.0	15925.0	1214.0	23.0
C 12	14.5	7.6	100.1	12.0	3.1	15.0	480.0	94.3	32.8
C 13	14.5	7.6	8.9	2.8	3.3	4.4	6.0	2.9	33.9
C 14	15.5	7.6	8.4	3.0	1.9	5.4	8.6	1.6	31.2
C 15	14.3	7.8	5.2	2.0	1.5	2.7	16.8	2.7	26.9
C 16	14.5	7.8	4.8	2.5	1.5	1.3	8.2	3.0	21.5

<Table 7> Classification of water samples from Cheju city area based on trilinear diagram

Sample	Types of water		
	April	May	June
C 1	Na·Cl	Na·Cl	Na·Cl
C 2	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>
C 3	Ca·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>
C 4	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>
C 5	Ca·HCO <sub>3</sub>	Ca·HCO <sub>3</sub>	Ca·HCO <sub>3</sub>
C 6	Na·Cl	Na·Cl	Na·Cl
C 7	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·Cl	Na·Cl
C 8	Ca·HCO <sub>3</sub>	Ca·Cl (Na·Cl)	Na·Cl
C 9	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>
C 10	Ca·HCO <sub>3</sub>	-	Ca·Cl
C 11	Na·Cl	Na·Cl	Na·Cl
C 12	Ca·Cl	Na·Cl	Na·Cl
C 13	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub> (Na·Cl)	Na·HCO <sub>3</sub>
C 14	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>
C 15	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>
C 16	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>	Na·HCO <sub>3</sub>

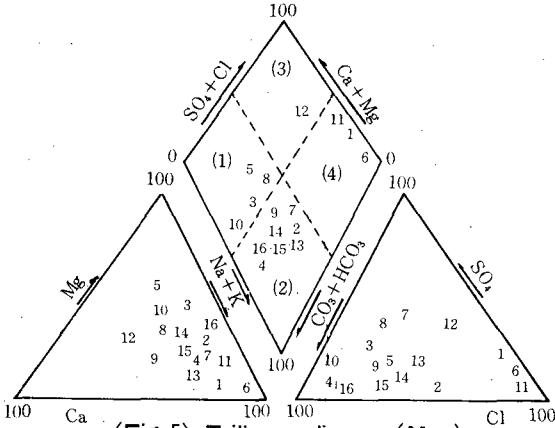
濟州市 地域 물에 있어서 4月和 6月の tritium과 deuterium含量은 table. 8와 같다.

<Table 8> Environmental tritium and deuterium levels in water samples from Cheju city area in April and June.

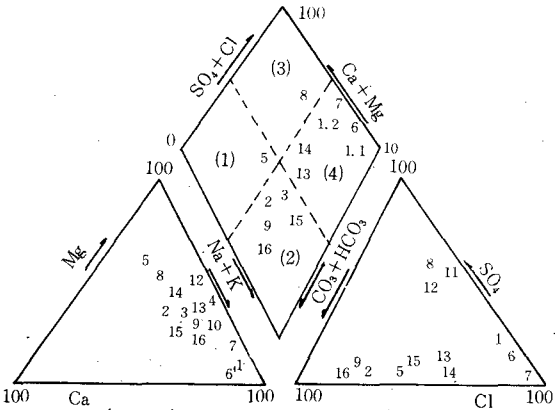
Sample	April		June
	Tritium (TU)	Deuterium (per mille)	Tritium (TU)
C 1	4.3 ± 0.34	- 4.6 ± 0.6	6.5 ± 0.39
C 2	18.8 ± 0.40	-	17.9 ± 0.45
C 3	19.4 ± 0.42	-43.5 ± 0.7	18.9 ± 0.45
C 4	4.9 ± 0.33	-45.6 ± 0.7	7.9 ± 0.42
C 5	16.2 ± 0.39	-39.7 ± 0.6	13.0 ± 0.44
C 6	4.5 ± 0.32	- 2.5 ± 0.5	5.7 ± 0.39
C 7	18.9 ± 0.39	-	18.8 ± 0.45
C 8	20.9 ± 0.42	-44.0 ± 0.8	21.7 ± 0.46
C 9	20.2 ± 0.42	-46.8 ± 1.3	16.9 ± 0.41
C 10	10.3 ± 0.36	-44.8 ± 1.2	12.9 ± 0.41
C 11	18.5 ± 0.39	-42.5 ± 1.3	6.0 ± 0.31
C 12	20.0 ± 0.40	-46.0 ± 0.5	17.5 ± 0.41
C 13	20.7 ± 0.41	-	-
C 14	20.3 ± 0.42	-46.0 ± 1.2	17.5 ± 0.43
C 15	21.8 ± 0.41	-46.5 ± 1.2	18.5 ± 0.48
C 16	21.4 ± 0.43	-44.0 ± 1.2	20.5 ± 0.46

試料採取地點 C11은 海水로써, 4月에는 tritium含量이 일반 海水보다 높은 18.5TU이며, deuterium은 海水보다 낮은 -42.5 per mille인

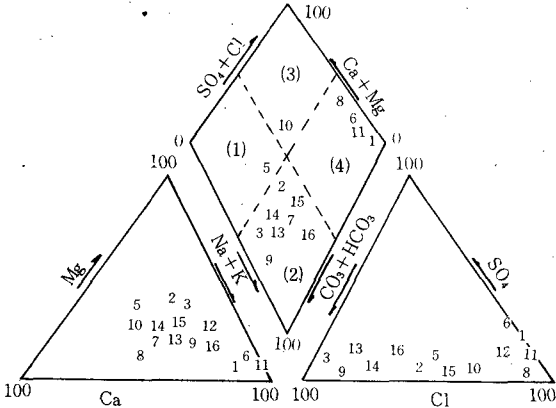
<Fig. 4> Trilinear diagram(April)



<Fig. 5> Trilinear diagram(May)



<Fig. 6> Trilinear diagram(June)

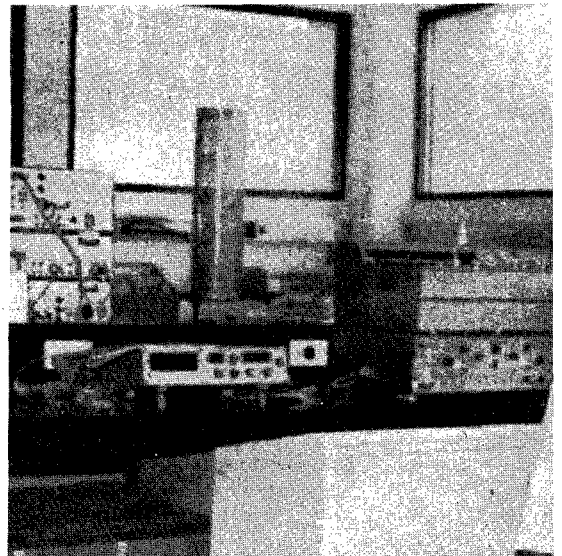


데 이것은 試料採取場所 주변의 湧泉水에 의해서 영향을 받았기 때문이다. 그러나 6月에는 tritium含量이 6.0TU로써 海水의 값과 같은데 이는 試料採取時期에 따라서 湧泉水에 의한 海水 희석 정도가 다르기 때문인 것으로 생각된다.

다. C7은 5月에, C8은 6月에 NaCl型 地下水로 나타나 이 시기에 海水의 영향을 받은 것처럼 보이지만, tritium 및 deuterium수준으로 미루어 보면 海水의 영향을 받지 않은 것으로 나타났다. 그러므로 NaCl수준의 증가는 海水以外的 都市下水 등과 같은 다른 要因에 의하여 영향을 받은 것으로 생각된다. C4에서는 다른 地下水에 비해 tritium水準이 현저히 낮기 때문에 특이한 水源으로부터 유래된 것으로 생각되었다. C5半女泉과 C10地下水는 tritium含量으로 보아 降水의 영향을 받은 것으로 생각되었다. C10의 water type은 CaHCO<sub>3</sub>型으로 火山性淺層地下水로 分類되었다. 그러나 C2, C9, C13, C14, C15, C16 地點의 地下水는 table. 7, 8과 figure. 4, 5, 6에서 보는 바와 같이 tritium含量이 平均 19.5TU, deuterium이 -45.8 per mille이고 water type은 淺層地下水에서 볼 수 있는 NaHCO<sub>3</sub>型이었다.

濟州 地域의 地下水는 環境同位元素의 水準이 時期에 따라 變하는 程度로 보아 一般 內陸地方에서와는 달리 물의 순환이 비교적 빠른 것으로 생각된다.

地域別로 區分해 보면, 中西部地域 地下水는





tritium含量이 20TU, deuterium이 -46 per mille이며,  $\text{NaHCO}_3$ 형인 淺層地下水이고, 南部地域의 湧泉水와 地下水는 tritium含量이 15TU, deuterium -39 per mille이며,  $\text{CaHCO}_3$ 형인 淺層地下水으로써 降水의 영향을 많이 받은 것으로 나타났다.

#### IV. 摘 要

濟州地域의 地下水 資源保護 및 開發을 위하여 1983年度 4, 5, 6월에 海水 3개地域, 湧泉水 3개地點, 地下水 10개地點에서 水試料를 採取하여 陽이온 및 陰이온 그리고 tritium과 deuterium含量을 分析하여 地下水의 水質 및 海水의 地下水로써의 浸透如否를 調査하였다.

濟州市 中西部地域 地下水는 tritium含量이 20TU, deuterium이 -46 per mille인  $\text{NaHCO}_3$ 型 深層地下水이고, 濟州市 南部地域의 湧泉水와 地下水는 tritium含量이 15TU, deuterium이 -39 per mille인  $\text{CaHCO}_3$ 型 火山性 淺層地下水로써 降水의 영향을 비교적 많이 받는 것으로 나타났다. 濟州市 海岸地域의 地下水는 時期(5, 6月)에 따라서  $\text{NaCl}$ 型이 된 것도 있으나 tritium 및 deuterium水準으로 보아 그 原因은 海水의 浸透現象이 아닌 都市下水에 의한 것으로 추정된다. 龍頭岩 근처의 海水의 水質은 湧泉水에 의하여 영향을 많이 받고 있었다.

#### 〈引用 文 獻〉

1. Ahn, J. S., Kim, J. S. Kim, P. Airey and B. Payne. 1981. Environmental Isotope-Aided Studies on River Water and Ground Water Interaction in the Region of Seoul. J. Korean Nucl. Soc. 13(2) : 85~96.
2. Ahn, J. S., J. S. Kim and J. S. Kim, 1980. Studies on Tritium Analysis and its Monitoring with Special Reference to Power Reactor Operation KAERI/RR-204/80.
3. Ahn, J. S., J. S. Kim, J. S. Hahn, P. Airey and B. Payne. 1983. Environmental Isotope-Aided Studies on River Water and Ground Water Interaction in the Han River Basin. J. Korean Asso. Hydro. Sci. n. 16(4) : 245~252.
4. Ahn, J. S., J. S. Kim and J. You. 1981. Studies on the Tritium of Water Resources and crop at the Nuclear Power Plant. KAERI/RR-327/81.
5. Alvarez, L. W. and R. coming. 1980. Radioactive Hydrogen. A correction Phys. Rev.(2)58 : 197.
6. Calf, G. E., B. W. Seatonberry and L. W. Smith. 1979. The Measurement of Natural Levels of Tritium in Water, AAEC/E373.
7. Davis, G. H., Lee, E. Bradley and B. Payne. 1970. Geohydrologic Interpretation of a Volcanic Island from Environmental Isotopes. Water Resources Research, 6(1) : 99~109.
8. Hahn, J. S. J. S. Ahn. 1984. Studies on Isotope Hydrology in South Korea. J. Gelolo. Sco. 20(1) : 72~84.
9. Hahn, J. S., 1981. Ground water of Bed Rocks in South Korean Peninsula. J. Korean Asso. Hydro. Sci. n. 14(4) :
10. Hartley, P. E., 1981. A Rapid Mass Spectrometers Method for the Determination in Water at Natural Levels. Analytical Chemistry, 52 : 2232.
11. IAEA, 1981. Statistical Treatment of Environmental Isotope Data in Precipitation, Tech. Report, No. 206. IAEA, Vienna.
12. IAEA, 1983. Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology, Tech. Report No. 91. IAEA, Vienna.
13. Libby, W. F., 1961. Tritium Geophysics, J. Geophys. Research, 66 : 3767~3782.
14. Piper, A. M., 1944. A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analyses. Am. Geophy. Union Trans., 25 : 914~923.
15. Schell, W. R. 1973. Physical Behavior and Radioactive Contamination in the Atmosphere. 375, IAEA, Vienna.
16. Rard, M. C. 1976. Standard Methods for the Examination of Water and Wastere water. A Amm. Public Health Asso., Washington.