

# 研究成果報告書

研究課題名 富士山麓地下水の流動系と窒素汚染の同位体地球化学的研究

所属 慶應義塾大学

氏名 荒川 貴之

研究期間 平成17年5月9日～平成17年5月14日（6日間）

受入教員名 日下部 実 教授

## 1. 研究概要

本研究は富士山麓地下水を採取・分析し、その流動系推定と硝酸性窒素汚染の挙動について解明することを目的とし、これによって同地域地下水の適性利用と地下水保全に役立てていきたいと考えている。具体的な研究手法としては、富士山麓地下水として湧水を多数採取し、その溶存化学成分について水-岩石反応、湧水高度による相違、人為的汚染という観点から地球化学的に考察する。それを踏まえ、水素・酸素安定同位体比やトリチウム濃度、多変量統計解析法を用いて地下水流動系の検討を総合的に行う。さらに、高濃度で検出されている硝酸性窒素の起源や混合などの挙動を解明するために窒素安定同位体比の測定も行う。

この研究の一環として、岡山大学地球物質科学研究センターにおいて、安定同位体比測定用質量分析装置 VG PRISM、VG SIRA10 を用いて、それぞれ  $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta\text{D}$  の測定を行った。

## 2. 結果

試料の分析結果を Table 1～10 に示す。ただし、FJ は富士山南麓のサンプルとし、YW は南麓の富士市吉原地域において月ごとの採取を行った試料である。

Table 1 水素・酸素安定同位体比の分析結果（1）

試料 No.	FJ-1	FJ-2	FJ-3	FJ-4	FJ-5	FJ-6	FJ-7
試料名	命の泉	瀧川神社	菰池	白滝公園	柿田川	愛鷹水神社	不動の湧水
採取日	04/10/03	04/10/03	04/10/03	04/10/03	04/10/03	04/10/03	04/10/03
標高 (m)	965	45	37	27	17	500	105
$\delta\text{D}$ (‰)	-43.10	-48.10	-51.40	-52.56	-53.82	-46.42	-46.87
$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	-7.43	-7.75	-8.13	-8.36	-8.36	-7.45	-7.23

**Table 2** 水素・酸素安定同位体比の分析結果 (2)

試料 No.	FJ-8	FJ-9	FJ-10	FJ-11	FJ-12	FJ-13	FJ-14
試料名	平山水源地	中清水	二子湧水	二枚橋	水菜の里	八丁池	水ヶ塚
採取日	04/10/03	04/10/04	04/10/04	04/10/04	04/10/04	04/10/04	04/10/04
標高 (m)	175	382	390	450	556	540	1430
$\delta D$ (‰)	-46.89	-56.24	-58.58	-65.13	-57.38	-54.75	-44.65
$\delta^{18}O$ (‰)	-7.48	-8.79	-9.06	-9.73	-9.04	-8.13	-7.22

**Table 3** 水素・酸素安定同位体比の分析結果 (3)

試料 No.	FJ-15	FJ-16	FJ-17	FJ-18	FJ-19	FJ-20	FJ-21
試料名	2合目	粟倉	石原	猪之頭	陣場の滝	五斗目木西	白糸の滝
採取日	04/10/04	04/10/04	04/10/04	04/10/04	04/10/04	04/10/04	04/10/05
標高 (m)	1630	420	325	718	700	690	470
$\delta D$ (‰)	-57.14	-47.22	-48.55	-55.67	-55.03	-52.67	-57.80
$\delta^{18}O$ (‰)	-9.10	-7.35	-7.57	-8.31	-8.49	-8.35	-8.48

**Table 4** 水素・酸素安定同位体比の分析結果 (4)

試料 No.	FJ-22	FJ-23	FJ-24	FJ-25	FJ-26	FJ-27	FJ-28
試料名	よしま池	羽衣池	杉田	杉田 2	駒門 PA	足柄 SA	長学寺
採取日	04/10/05	04/10/05	04/10/05	04/10/05	04/10/05	04/10/05	04/10/07
標高 (m)	120	120	230	200			20
$\delta D$ (‰)	-60.10	-54.84	-50.02	-48.52	-52.68	-51.07	-48.17
$\delta^{18}O$ (‰)	-8.84	-8.36	-7.78	-7.48	-8.00	-8.40	-7.09

**Table 5** 水素・酸素安定同位体比の分析結果 (5)

試料 No.	FJ-29	FJ-30	FJ-31	FJ-32	FJ-33	FJ-34	FJ-35
試料名	医王寺	玉泉寺東	玉泉寺東 2	題唱寺北	鑑石園	滝川不動	鎧ヶ淵
採取日	04/10/07	04/10/07	04/10/07	04/10/07	04/10/07	04/10/07	04/10/07
標高 (m)	18	10	10	15	25	20	10
$\delta D$ (‰)	-46.98	-49.61	-50.36	-51.22	-52.52	-51.47	-52.61
$\delta^{18}O$ (‰)	-7.63	-7.73	-7.85	-8.14	-8.30	-8.15	-8.32

**Table 6** 水素・酸素安定同位体比の分析結果 (6)

試料 No.	FJ-36	FJ-37	FJ-38	FJ-39	FJ-40	FJ-41	FJ-42
試料名	五社の宮	五社の宮 2	今泉	今泉 2	八幡の湧水	出水不動	原湧水公園
採取日	04/10/07	04/10/07	04/10/07	04/10/07	04/10/07	04/10/07	04/10/07
標高 (m)	20	25	5	5	165	195	3
$\delta D$ (‰)	-53.61	-52.28	-51.85	-52.83	-53.53	-49.16	-47.42
$\delta^{18}O$ (‰)	-8.48	-8.34	-8.08	-8.14	-8.39	-7.79	-7.46

**Table 7** 水素・酸素安定同位体比の分析結果 (7)

試料 No.	FJ-43	RAIN	YW3-4	YW4-4	YW5-4	YW6-4	YW7-4
試料名	日吉神社	降水	玉泉寺東 2	玉泉寺東 2	玉泉寺東 2	玉泉寺東 2	玉泉寺東 2
採取日	04/10/07	04/10/03	04/03/02	04/04/01	04/05/13	04/06/03	04/07/14
標高 (m)	15		10	10	10	10	10
$\delta D$ (‰)	-46.64	-63.05	-48.96	-50.10	-49.70	-50.53	-51.31
$\delta^{18}O$ (‰)	-7.23	-9.69	-7.69	-7.93	-7.81	-7.97	-7.59

**Table 8** 水素・酸素安定同位体比の分析結果 (8)

試料 No.	YW8-4	YW9-4	YW11-4-1	YW11-4-2	YW12-4	YW1-4	YW2-4
試料名	玉泉寺東 2	玉泉寺東 2	玉泉寺東 2	玉泉寺東 2	玉泉寺東 2	玉泉寺東 2	玉泉寺東 2
採取日	04/08/02	04/09/01	04/11/02	04/11/11	04/12/02	05/01/05	05/02/07
標高 (m)	10	10	10	10	10	10	10
$\delta D$ (‰)	-50.98	-50.23	-50.84	-49.92	-49.26	-48.54	-49.20
$\delta^{18}O$ (‰)	-7.98	-7.91	-7.99	-7.78	-7.81	-7.70	-7.78

**Table 9** 水素・酸素安定同位体比の分析結果 (9)

試料 No.	YW3-4(05)	YW3-9	YW4-9	YW5-9	YW6-9	YW7-9	YW8-9
試料名	玉泉寺東 2	五社の宮	五社の宮	五社の宮	五社の宮	五社の宮	五社の宮
採取日	05/03/26	04/03/02	04/04/01	04/05/13	04/06/03	04/07/14	05/08/02
標高 (m)	10	20	20	20	20	20	20
$\delta D$ (‰)	-50.34	-53.12	-54.50	-53.50	-53.12	-53.14	-54.10
$\delta^{18}O$ (‰)	-7.90	-8.25	-8.30	-8.36	-8.22	-8.40	-8.55

**Table 10** 水素・酸素安定同位体比の分析結果 (10)

試料 No.	YW9-9	YW11-9-1	YW11-9-2	YW12-9	YW1-9	YW2-9	YW3-9(05)
試料名	五社の宮	五社の宮	五社の宮	五社の宮	五社の宮	五社の宮	五社の宮
採取日	04/09/01	04/11/02	04/11/11	04/12/02	05/01/05	05/02/07	05/03/26
標高 (m)	20	20	20	20	20	20	20
$\delta D$ (‰)	-52.71	-52.82	-54.63	-53.45	-53.78	-53.33	-54.10
$\delta^{18}O$ (‰)	-7.96	-8.05	-8.22	-8.40	-8.41	-8.15	-8.36

### 3. 湧水の同位体組成について

今回サンプリングした富士山南麓地域湧水の  $\delta D$  は-65.13~-43.10‰、 $\delta^{18}O$  は-9.72~-7.09‰の範囲にそれぞれあった。

また、富士市吉原においておよそ1ヶ月毎にサンプリングを行った玉泉寺東2と五社の宮の湧水試料の  $\delta D$  は-51.31~-48.54‰、-54.63~-52.71‰、 $\delta^{18}O$  は-7.99~-7.59‰、-8.55~-7.96‰の範囲にそれぞれあった。多少の変動幅はあるものの、明瞭な季節変化は認められず、1年を通して同位体比がほぼ一定値に保たれていることが示唆された。このことはすなわち、降水が地下で長時間滞留する間に十分に混合され、同位体組成の季節変化が均一化されていることを示している (早稲田・中井、1983)

次に Fig.1 に  $\delta D$  と  $\delta^{18}O$  の関係を示す。図中には Craig (1961) の天水線 ( $\delta D=8\delta^{18}O+10$ ) を示した。図から富士山南麓地域湧水は、ほぼすべてこの天水線より上にプロットされ、平均すると d-パラメータ (Dansgaard, 1964) は 12.82 となることがわかった。これらは、早稲田・中井 (1983) が示している中部・東北日本の地表水についての報告と一致する。また、Fig.2 には  $\delta^{18}O$  と湧水の湧出高度の関係を示す。一般的には、環境水は高度効果を受けて標高が高くなるほど同位体比が低くなることが知られている。しかし図からわかるように、富士山南麓地域湧水においては  $\delta^{18}O$  と湧水の湧出高度とに明瞭な相関関係が見られない。これは、同地域地下水の流動系や混合が複雑であることを示していると考えられ、同地域においてさらに細かく個々に検討していかねばならず、今後の課題として引き続き取り組んでいきたい。

#### 文献

- 早稲田周・中井信之 (1983) : 中部日本・東北日本における天然水の同位体組成. 地球化学, 17, 83-91.  
 Craig, H. (1961) : Isotopic Variations in Meteoric Waters. Science, 133, (3465), 1702-1703.  
 Dansgaard, W. (1964) : Stable isotopes in precipitation. Tellus, 16, (4), 436-468.

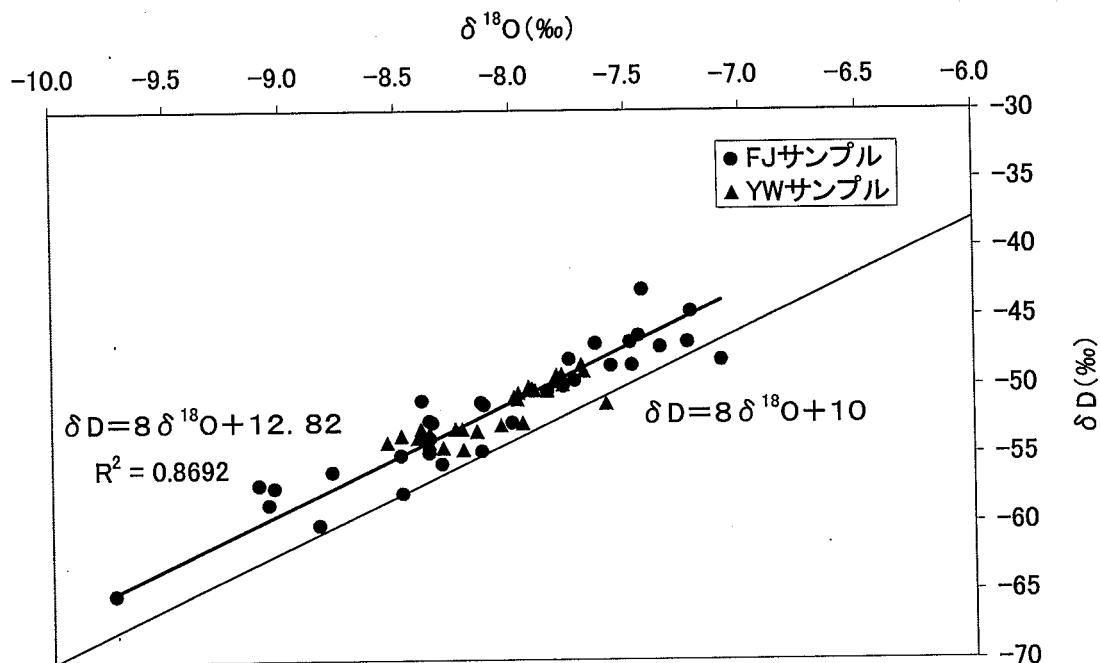


Fig.1 富士山南麓湧水及び富士市吉原地域湧水の  $\delta D$  と  $\delta^{18}O$  の関係

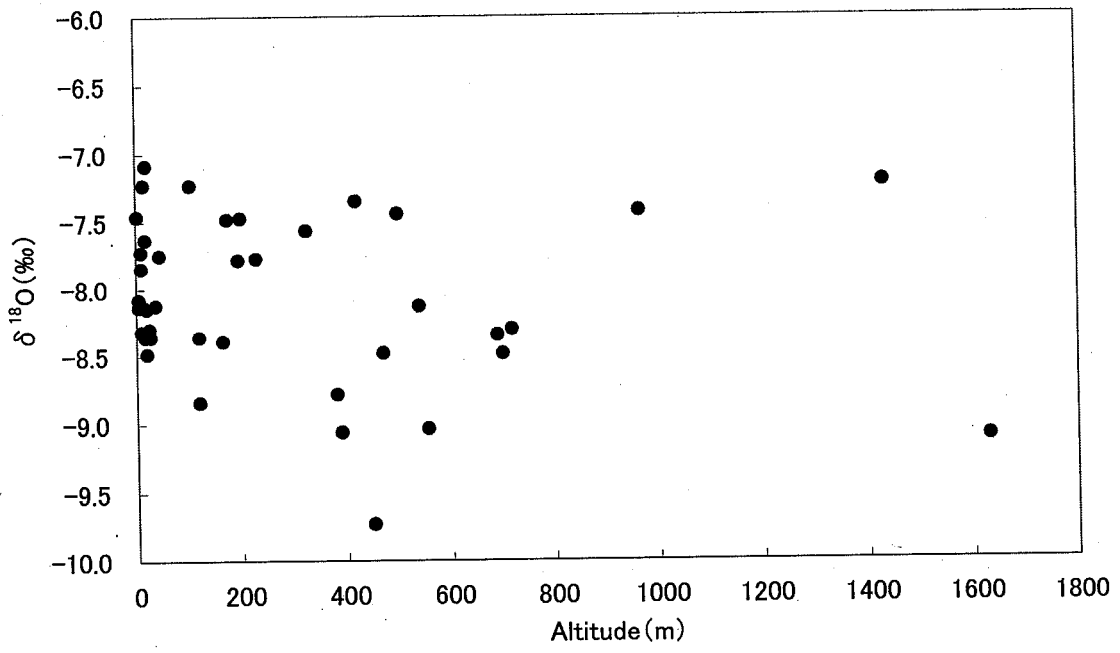


Fig.2 富士山南麓湧水の δ<sup>18</sup>O と標高の関係