

## 土壌層の持つ土地利用メモリーと地中水との相互作用の解明

著者	田瀬 則雄
著者別名	Tase Norio
発行年	2000
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/444">http://hdl.handle.net/2241/444</a>

## 10. 環境同位体による土壤水の滞留時間・浸透機構の解明

嶋田 純 (熊本大学・理学部)

藪崎志穂 (筑波大学・環境科学研究科)

### 10.1 はじめに

水循環において水分子そのものと行動を共にするいわゆる水の同位体を用いることにより、同位体の持つ DATING 能・TRACER 能を活用し、水文循環の各プロセスにおける水の挙動の実態を詳細に把握することができる。このような同位体としては、水素の放射性同位体であるトリチウムと、水素・酸素の安定同位体である重水素（デュテリウム）・重酸素があり、自然界に普遍的に存在していることから、環境同位体と呼ばれている。

このような環境同位体を用いて土壤水の滞留時間や地下水涵養量を評価する研究では、地下水流動の涵養域における地表面から地下水面までのいわゆる不飽和帯の土壤水を採取し、その同位体濃度の深度方向の分布状況から地下水涵養量を推定する方法が一般的に行われる。土壤水中の同位体プロファイルを用いて地下水涵養量を評価した研究は、表 10-1 に示すように 1970 年代から主として涵養量の小さい乾燥地域において適応され、その後次第に相対的に大きな涵養量を持つ湿潤地域へとその手法の適応地域を拡大していった。用いられた環境同位体は主にトリチウムで、安定同位体比を用いて地下水涵養量を評価した研究例は極めて少ない。一般に降水中のトリチウムには 1960 年代をピークとする長期的な同位体濃度の低減傾向 (Shimada et al., 1994) があり、トリチウムを利用した涵養量評価の研究では、このトリチウムの長期的変化が土壤水中に保持されているという性質を巧みに利用したものである。これに対し安定同位体比では、土壤の物理的特性や研究地域の降水量・降水時期、地表の植生状態や土壤面蒸発の程度等の地下水涵養に関わる水文プロセスの状況により大きく影響を受け、降水中の安定同位体比に見られる季節変化がそのまま保存されることは極めて希であるため、また安定同位体比にはトリチウムのような顕著な経年的な変化は見られないため、土壤水滞留時間や地下水涵養量の評価法としては極めて限られたものになっている。

このような背景を踏まえ、本研究では金子台を構成する火山灰質の関東ローム層土壤を対象に、環境トリチウムによる土壤水の滞留時間の評価と安定同位体比による土壤水の不飽和土壤層内における挙動把握を目的として、土壤サンプリングと土壤水抽出を行った。

表 10-1 土壤水中の環境同位体による地下水涵養量把握に関する研究例

研究者	研究場所	対象土壤	土壤水分	採取深度(m)	利用した環境同位体	年降水量(mm)	地下水涵養量(mm/y)
Smith et al.(1970)	Berkshire 仔取	砂、粘土	0.12	0 ~ 27.0	トリチウム		280
Vogel et al.(1974)	南アフリカ	砂	0.02	0 13.0	〃		10
Dincer et al.(1974)	Dahna サウジアラビア	砂	0.04	0 7.0	〃	80	19
Andersen & Sevel(1974)	Gronhoj デンマーク	砂礫	0.20	0 22.8	〃	780	377
Allison & Hughes(1974)	Gamlier Plain オーストラリア	砂質ローム 粘土	0.40	0 8.0	〃	750	40~140
Bredenkamp et al.(1974)	Transvaar, 南アフリカ	砂質ローム	0.20	0 4.0	〃		30
Sukhija & Shah(1976)	Gujarat, インド	砂、砂質ローム	0.15	0 9.0	〃	700	37.3
Foster et al.(1980)	Norfolk, 仔取	砂	0.35	0 20.0	〃	700	
権根, 田中, 嶋田(1980)	清瀬, 日本	関東ローム層	0.67	0 6.0	〃	1550	885.0
Allison & Hughes(1983)	Welpaup, オーストラリア	砂、砂質ローム 粘土	0.15	0 16.0	〃	335	3~4
Saxena & Dressie(1983)	Uppsala, スウェーデン	水河性堆積物		0 4.8	安定同位体( $\delta^{18}O$ )		280
Shimada(1988)	相模原, 日本	関東ローム層	0.65	0 20.0	トリチウム	1672	913.
Daniels et al.(1991)	Indiana, アメリカ	水河性堆積物	0.1-0.2	0 9.0	〃	800~900	35~47
Wood & Sanford(1995)	Texas アメリカ	細砂、シルト	0.15-0.3	0 7.5	〃	330~560	77

## 10.2 研究地域の概要

土壌サンプルを採取した金子台は、武蔵野台地の北西部に位置し(標高は約 50~180 m)、下末吉面に相当する現在より 6~13 万年前に堆積した下末吉ローム層が、台地全域を覆っている。地質断面図によると約 12m 深までは関東ローム層が存在し、その下部には扇状地性砂礫層が基盤とされている東京層群を覆っている。不圧地下水面は、この砂礫層に現れている(地表面下約 1.4 m、日さく, 1998)。台地地表面の土地利用は、標高 170m から 130m にかけては茶畑が広がり、一部畑地や工業団地になっている。土壌サンプリングは、過去 20 年ほど無施肥状態の果樹林(栗畑、図 2-1 の B 地点)で実施した。

## 10.3 研究方法

### 1) 土壌サンプリング

研究地域の関東ローム層を対象に 1998 年 8 月 25・26 日の 2 日間に渡り、ジオプロープ社製簡易掘削機(Model 4220)を用いて直径 4.0cm 長さ 100cm の柱状土壌サンプルを円筒形状(内径 4.3cm 長さ 100cm)の透明塩ビ製容器内に深度 12m まで、各深度 2 本ずつ採取した。採取土壌コアは、採取後直ちに塩ビ管両端にキャップをし、ビニールテープで封をした後、研究室に持ち帰り、土壌水分が蒸発しないように冷暗所に保存した。

### 2) 土壌三相分布

土壌コアの水分量分布を把握するため、深度 30cm 毎に土壌の三相分布を測定した。対象深度の土壌コアを長さ 5cm 分切り出し、100ml の土壌採取用試料円筒に詰め、土壌三相計を用いて実容積を求め、続いてサンプルを乾燥させ湿潤・乾燥重量から土壌水分量を算定した。コアの直径と土壌試料缶のクリアランス分は実容積測定結果から除外した。図 10-1 に、深度 12m までの関東ローム層の三相分布を示す。

### 3) 土壌水の抽出

土壌水の抽出には、前述の土壌三相分布の測定に用いた土壌とは別のもう一本の土壌コアサンプルを用いた。塩ビ容器から取り出した 5~10cm の深度間隔に相当するサンプル土壌を 100 ml の円筒サンプラーにて土壌をつめ、高速冷却遠心機(SAKUMA 製, MODEL 50A-IVD)にかける。回転数は 8600rpm (pF 約 4.2 に相当)で 2 時間行った。採取したサンプルは蒸発が生じないように注意を払い、冷蔵庫にて保管した。遠心後の土壌サンプルは 110°C で炉乾燥させ、遠心分離後の土壌水分量の残存割合を把握した。また、異なるエネルギーレベルの土壌水の挙動を把握するために、地表面付近の土壌面蒸発の影響が

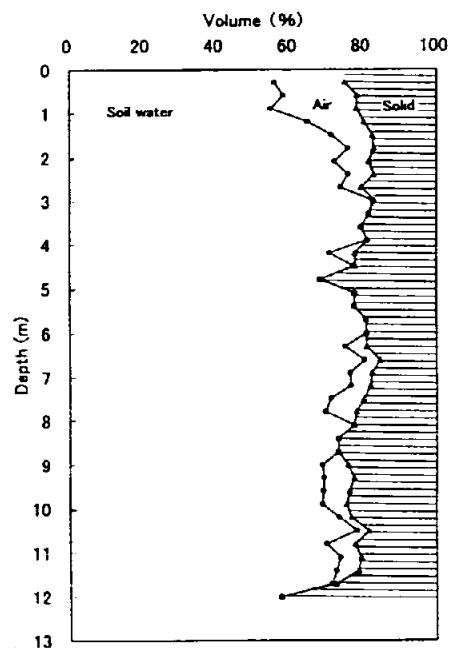


図 10-1 土壌三相プロファイル

相対的に少ないと思われる深度 5~6mの土壌については、遠心分離による土壌水抽出後のサンプルを更に土壌圧縮装置（誠研舎製）によって pF 5.4~5.5 相当の土壌水の抽出を行った。

#### 4) 環境同位体分析

上述の方法により採取した各深度毎（5~10cmの深度間隔に相当）における土壌水について、EC、酸素・水素安定同位体比の測定を行った。酸素同位体比の測定は二酸化炭素による同位体交換法により、また水素同位体比測定は金属亜鉛還元法により前処理の後、質量分析計（Delta-S, Finnigan MAT 252）を用いて測定を行った。測定精度は、 $\delta^{18}\text{O}$  で $\pm 0.1\%$ 、 $\delta\text{D}$  で $\pm 1\%$ である。測定結果を付表 10-1 に示す。

またトリチウム測定は、上記の安定同位体比測定に用いた各深度の残存水および土壌の三相分布測定に用いたコアの残存土壌コアから遠心法により抽出した土壌水を用い、30cm 相当の深度間隔の土壌水として一括して分析を実施した。測定方法は嶋田ほか（1992）に基づき、抽出した各深度の土壌水（各 100~200cc 程度）を電気分解で 10~20 倍程度濃縮し、低レベル放射能測定用液体シンチレーションカウンター（Packard 社製 2000CA 型）にて 100 分計測を約 15 回繰り返してトリチウムによる $\beta$ 線計測を行った。測定結果を付表 10-2 に示す。

### 10.4 測定結果

これまでに得られた結果を基に概略的な考察を試みる。

#### 1) 安定同位体比プロファイル

図 10-1 に示した三相分布によると、採取された土壌プロファイルは平均 80%と極めて高い水分量を保持しており、典型的な関東ローム層の不飽和土壌の特性を示している。異なるエネルギーレベル別の土壌水採取を行った 5~6 m 区間における土壌水中の安定同位体比には、顕著な相違はなく少なくとも pF 5.5 付近までの土壌水には、浸透時の土壌水の挙動は類似したものであることが想定される。図 10-2、10-3 に土壌水中の水素および酸素の安定同位体比プロファイルを示す。これらの図から、以下のような特徴が読みとれる。

- ・地表から深度 50cm 付近までは地表面蒸発に伴う土壌水の同位体濃縮が認められ、特に深度 30cm 以浅で著しい。この傾向は、図 10-4 に示したデルタダイヤグラム上において 50cm 以浅の土壌水が、地表面蒸発の影響を強く受けた勾配の異なるライン上に分布することからもはっきりと確認できる。

- ・深度 3 m 付近までは降水中の同位体比の季節変化に相当する変動（夏場に重く、冬場に軽い同位体比となる）が認められる。

- ・深度 4 m 以深では、上記の季節変動は消失するが、6~7 m 付近に軽い同位体比を示し、その後は 9 m 付近まで緩やかに重くなり、9 m 以深ではほぼ一定値を示す。

- ・日本付近の降水の同位体比の季節性を捉える上で有効性が指摘されている d 値（冬に大きく、夏に小さい）のプロファイルは、図 10-5 に示すように深度 4 m 付近までは、同位体プロファイルから確認された季節変化と極めて良い対応を示す。

以上の事実を踏まえると、50cm 以深の蒸発影響域を除き深度 2 m 付近までは、ほぼ 1 年間に相当する期間の降水の季節変化に伴う同位体比の変動が土壌水中に保存されているものと考えられる。一方それ以深では、d 値はほぼ 10 前後で変化が殆ど消失することから、不飽和土壌層内で 1 年間の土壌水の鉛直混合が十分行き渡った結果と判断される。この事実は、従来より指摘されている土壌水中での安定同位体比の十

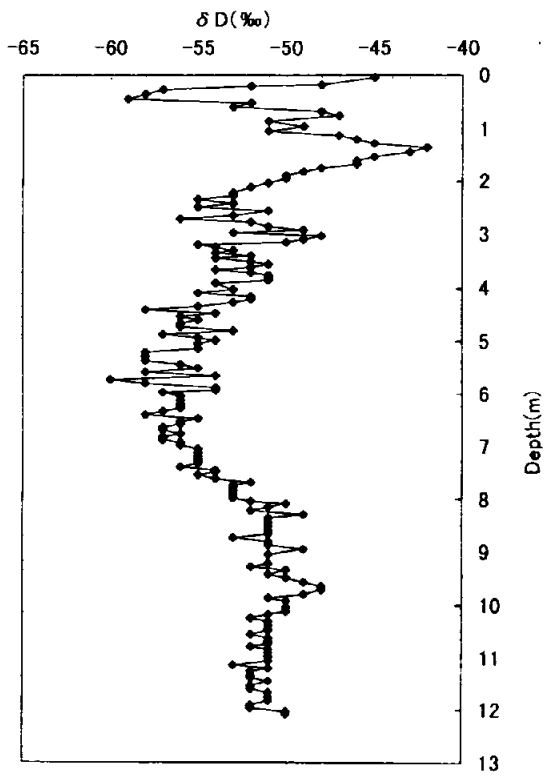


図 10-2 土壤水の水素安定同位体比  
プロファイル

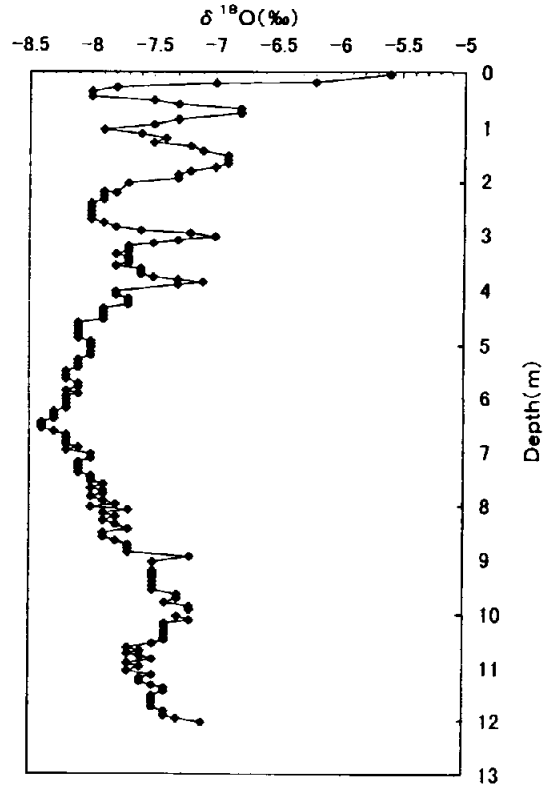


図 10-3 土壤水の酸素安定同位体比  
プロファイル

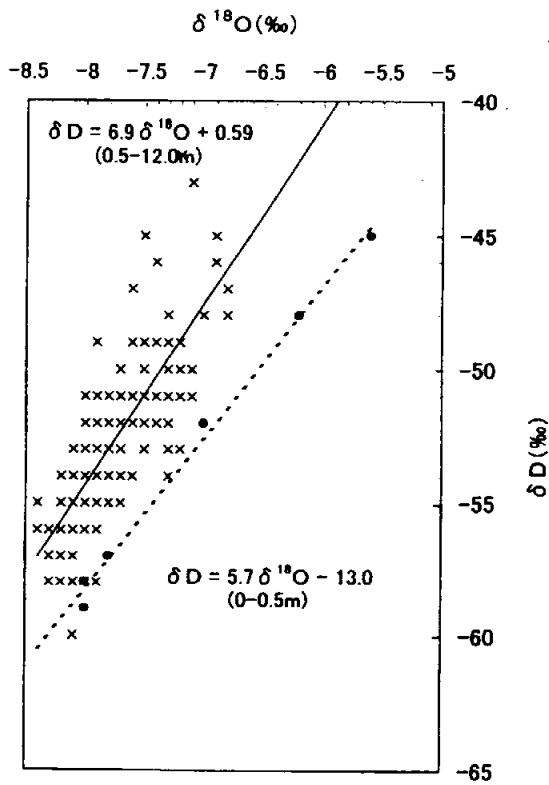


図 10-4 土壤水のδダイヤグラム

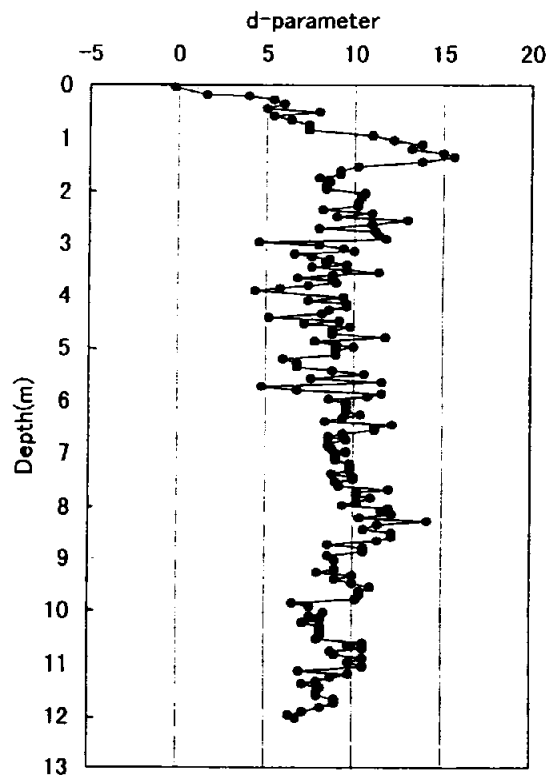


図 10-5 土壤水の安定同位体比の  
d値プロファイル

分な混合には、浸透時間として1年以上の期間を必要とすることを示している。この傾向は、図10-6に示した土壌水のトリチウムプロファイルにも明確に現れており、深度2・3m付近までに過去1年相当の降水が存在していることが読みとれる。

## 2) トリチウムプロファイル

図10-6に30cm間隔で測定した土壌水中のトリチウム濃度測定結果によるプロファイルを示す。Shimada *et al.*(1994)によると、1990年以降の降水中のトリチウム濃度はほぼ、核実験前の天然状態の濃度レベルまで戻っており、最近10年間の降水中のトリチウム濃度には季節変化はあるものの、経年変化は殆ど認められない。図10-6に示したプロファイルには、深度と共にトリチウム濃度が低減する傾向がはっきりと認められる。

図10-7中の太い実線は、高橋(1979)に示された式により月蒸発散量を算定し、地域の降水量からその値を差し引いた値が全量土壌水として浸透すると仮定して、Shimada(1988)によるDisplacement Flow Modelを適応した結果である。モデルの入力として用いた降水中のトリチウム濃度は、放射性減衰を考慮して土壌のポーリングを行った1998年8月の時点での濃度に換算してある。1995年8月以降の降水中のトリチウム濃度については、現在測定中であるため、約3mより浅い部分についてはモデルの結果は示されていない。モデルによるトリチウム濃度と土壌水のトリチウム濃度の実測プロファイルは、9m以深では良く適合していることがわかる。このDisplacement Flow Modelから得られた土壌水の浸透速度は、1.2m/year、涵養量は857mm/yearと推定された。この値は、他の研究で求められた関東ローム層における値(涵養量：885mm/year, 913.6mm/year)と類似した値となっている。

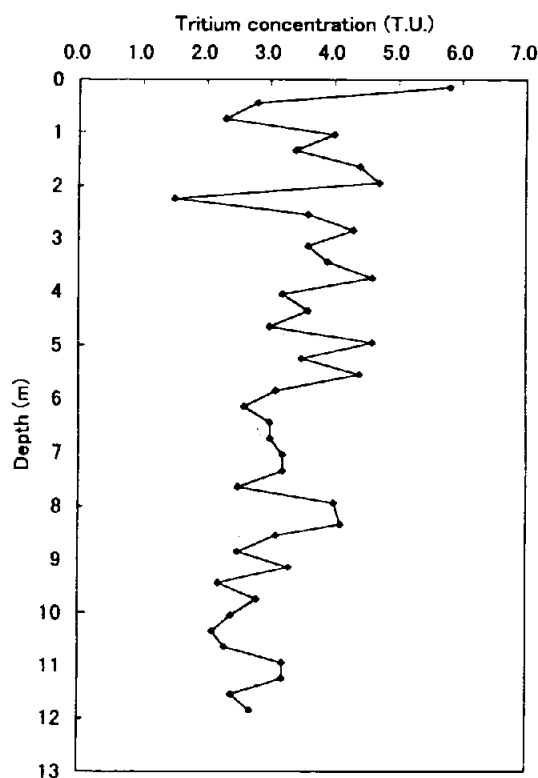


図10-6 土壌水中のトリチウム濃度プロファイル

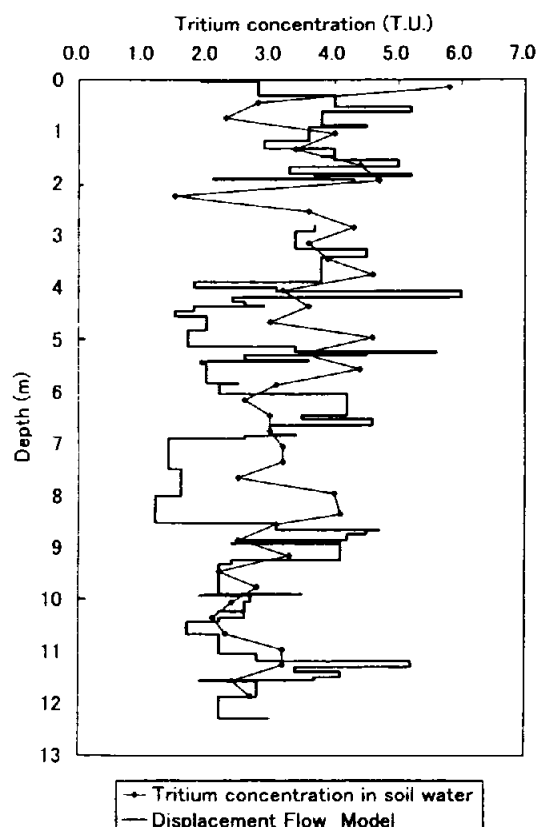


図10-7 実測トリチウム濃度プロファイルとモデルによる推定プロファイル

## 10.4 今後の展望

これまで得られている、土壤水中の安定同位体比プロファイルおよびトリチウムプロファイルを基に、降下浸透機構の特徴と、不飽和土壤層中の滞留時間に関する情報が取得された。今後は、不足している最近の降水中のトリチウムデータをもとに再度、モデルの当てはめによる滞留時間の評価を行うと共に、安定同位体プロファイルとトリチウムプロファイルの双方の特性を整合させるような関東ローム層中の土壤水の降下浸透機構の解明を行ってゆく。

### 参考文献

- 嶋田 純・樫根 勇・田中 正(1978): マトリックサクション別の土壤水分採取法. 陸水学雑誌, 39(1), 22~28.
- 嶋田純・板寺一洋・三條和博・松谷順 (1992): 環境トリチウム測定のための新電解濃縮システムについて. 筑波大学水理実験センター報告, 16, 63-68.
- 高橋浩一郎(1979): 月平均気温・月降水量より蒸発散量を推定する式. 天気, 26, 29-32.
- 日さく (1998): 金子台地区ボーリング調査報告書.
- Allison, G.B. and M.W. Hughes (1974): Environmental tritium in the unsaturated zone: estimation of recharge to an unconfined aquifer. *Isotope Techniques in Groundwater Hydrology*, 1, IAEA Vienna, 57~72.
- Allison, G.B. and M.W. Hughes (1983): The use of natural tracers as indicators of soil-water movement in a temperate semi-arid region. *Jour. of Hydrology*, 60, 157~173.
- Andersen, L.J. and T. Sevel (1974): Six years environmental tritium profiles in the unsaturated zones, Gronhoj, Denmark. *Isotope Techniques in Groundwater Hydrology*, 1, IAEA Vienna, 3~20.
- Bredenkamp, D.B., J.M. Schutte and G.J. Du Toit (1974): Recharge of a dolomitic aquifer as determined from tritium profiles. *Isotope Techniques in Groundwater Hydrology*, 1, IAEA Vienna, 73~95.
- Daniels, D.P., S.J. Fritz and D.I. Leap (1991): Estimating recharge rates through unsaturated glacial till by tritium tracing. *Groundwater*, 29-1, 23~34.
- Dincer T., A. Al-Mugrin and U. Zimmermann (1974): Study of infiltration and recharge through the sand dunes in arid zones with special reference to the stable isotope and thermo nuclear tritium. *Jour. of Hydrology*, 23, 79~109.
- Foster, S.S.D. and C.A. Smith (1980): The interpretation of tritium in the chalk unsaturated zone. *Journal of Hydrology*, 46, 343~364.
- Saxena, R.K. and Z. Dressie (1983): Estimation of groundwater recharge and moisture movement in sandy formations by tracing natural oxygen-18 and injected tritium profiles in the unsaturated zone. *Isotope Techniques in Water Resources Development*. IAEA, 139~150.
- Shimada J. (1988): The mechanism of unsaturated flow through a volcanic ash layer under humid climatic conditions. *Hydrological Processes*, 2, 43~59.
- Shimada. J., J. Matsutani, S. Dapaah-Siakwan, M. Yoshihara, K. Miyaoka and A. Higuchi(1994): Recent trend of tritium concentration in precipitation at

Tsukuba, Japan. *Annual Report of Institute of Geoscience, University of Tsukuba*, no.20, 11~14.

Smith, D.B, P.L. Wearn, H.J. Richards and P.C. Rowe (1970): Water movement in the unsaturated zone of high and low permeability strata by measuring natural tritium. *Isotope Hydrology, IAEA, Vienna*, 73~87.

Sukhija, B.S. and C.R. Shah (1976): Conformity of groundwater recharge rate by tritium method and mathematical modeling. *Jour. of Hydrology*, 30, 167~178.

Vogel, J.C., L. Thilo and M. Dijken (1974): Determination of groundwater recharge with tritium. *Journal of Hydrology*, 23, 131~140.

Wood, W.W. and W.E. Sanford (1995): Chemical and isotopic methods for quantifying groundwater recharge in a regional, semi-arid environment. *Groundwater*, 33(3), 458~468.

付表 10-1 土壤水の安定同位体比

Depth (m)	$\delta^{18}\text{O}(\%)$	$\delta\text{D}(\%)$	Depth (m)	$\delta^{18}\text{O}(\%)$	$\delta\text{D}(\%)$	Depth (m)	$\delta^{18}\text{O}(\%)$	$\delta\text{D}(\%)$
0-0.1	-5.6	-45	4.19-4.25	-7.7	-52	8.07-8.10	-7.7	-50
0.1-0.18	-6.2	-48	4.25-4.32	-7.7	-53	8.10-8.18	-7.9	-51
0.18-0.24	-7.0	-52	4.32-4.39	-7.9	-55	8.18-8.25	-7.8	-52
0.24-0.32	-7.8	-57	4.39-4.45	-7.9	-58	8.25-8.32	-7.9	-49
0.32-0.41	-8.0	-58	4.45-4.52	-7.9	-54	8.32-8.40	-7.8	-51
0.41-0.49	-8.0	-59	4.52-4.57	-7.9	-56	8.40-8.48	-7.7	-51
0.49-0.56	-7.5	-52	4.57-4.64	-8.1	-55	8.48-8.55	-7.9	-51
0.56-0.63	-7.3	-53	4.64-4.70	-8.1	-56	8.55-8.63	-7.9	-51
0.63-0.71	-6.8	-48	4.70-4.77	-8.1	-56	8.63-8.70	-7.8	-51
0.71-0.80	-6.8	-47	4.77-4.84	-8.1	-53	8.70-8.77	-7.7	-53
0.80-0.90	-7.3	-51	4.84-4.90	-8.1	-57	8.77-8.84	-7.7	-51
0.90-1.0	-7.5	-49	4.90-4.96	-8.0	-55	8.84-8.90	-7.7	-51
1.00-1.08	-7.9	-51	4.96-5.00	-8.0	-54	8.90-9.00	-7.2	-49
1.08-1.16	-7.6	-47	5.00-5.09	-8.0	-55	9.00-9.10	-7.5	-51
1.16-1.24	-7.4	-46	5.09-5.17	-8.0	-55	9.10-9.18	-7.5	-51
1.24-1.32	-7.5	-45	5.17-5.24	-8.0	-58	9.18-9.25	-7.5	-51
1.32-1.39	-7.2	-42	5.24-5.32	-8.1	-58	9.25-9.30	-7.5	-52
1.39-1.49	-7.1	-43	5.32-5.40	-8.1	-58	9.30-9.37	-7.5	-50
1.49-1.57	-6.9	-45	5.40-5.47	-8.1	-56	9.37-9.45	-7.5	-51
1.57-1.65	-6.9	-46	5.47-5.54	-8.2	-55	9.45-9.52	-7.5	-50
1.65-1.72	-6.9	-46	5.54-5.62	-8.2	-58	9.52-9.60	-7.5	-49
1.72-1.79	-7.0	-48	5.62-5.69	-8.2	-54	9.60-9.68	-7.3	-48
1.79-1.86	-7.2	-49	5.69-5.77	-8.1	-60	9.68-9.75	-7.3	-48
1.86-1.92	-7.3	-50	5.77-5.84	-8.1	-58	9.75-9.83	-7.4	-49
1.92-2.00	-7.3	-50	5.84-5.91	-8.2	-54	9.83-9.90	-7.2	-51
2.00-2.08	-7.7	-51	5.91-5.95	-8.1	-54	9.90-9.95	-7.2	-50
2.08-2.16	-7.8	-52	5.95-6.00	-8.2	-57	9.95-10.00	-7.2	-50
2.16-2.24	-7.9	-53	6.00-6.08	-8.2	-56	10.00-10.08	-7.3	-50
2.24-2.32	-7.9	-53	6.08-6.16	-8.2	-56	10.08-10.15	-7.2	-50
2.32-2.39	-7.9	-55	6.16-6.24	-8.2	-56	10.15-10.20	-7.4	-51
2.39-2.46	-8.0	-53	6.24-6.30	-8.3	-56	10.20-10.27	-7.4	-52
2.46-2.53	-8.0	-55	6.30-6.37	-8.3	-57	10.27-10.34	-7.4	-51
2.53-2.60	-8.0	-51	6.37-6.44	-8.3	-58	10.34-10.41	-7.4	-51
2.60-2.68	-8.0	-53	6.44-6.50	-8.4	-55	10.41-10.45	-7.4	-51
2.68-2.74	-8.0	-56	6.50-6.55	-8.4	-56	10.45-10.50	-7.4	-51
2.74-2.81	-7.9	-52	6.55-6.60	-8.4	-56	10.50-10.58	-7.5	-52
2.81-2.89	-7.8	-51	6.60-6.66	-8.3	-57	10.58-10.64	-7.7	-51
2.89-2.95	-7.6	-49	6.66-6.72	-8.2	-57	10.64-10.70	-7.6	-51
2.95-3.00	-7.2	-53	6.72-6.79	-8.2	-56	10.70-10.75	-7.7	-51
3.00-3.07	-7.0	-48	6.79-6.85	-8.2	-57	10.75-10.80	-7.6	-52
3.07-3.13	-7.3	-49	6.85-6.90	-8.2	-57	10.80-10.87	-7.5	-51
3.13-3.18	-7.5	-50	6.90-6.95	-8.1	-56	10.87-10.95	-7.7	-51
3.18-3.22	-7.7	-55	6.95-7.00	-8.2	-56	10.95-11.00	-7.6	-51
3.22-3.28	-7.7	-54	7.00-7.08	-8.0	-55	11.00-11.10	-7.7	-51
3.28-3.33	-7.7	-53	7.08-7.16	-8.0	-55	11.10-11.16	-7.5	-53
3.33-3.38	-7.8	-54	7.16-7.23	-8.1	-55	11.16-11.22	-7.6	-51
3.38-3.43	-7.7	-52	7.23-7.28	-8.1	-55	11.22-11.29	-7.6	-52
3.43-3.48	-7.7	-54	7.28-7.35	-8.1	-55	11.29-11.35	-7.5	-52
3.48-3.54	-7.7	-52	7.35-7.42	-8.1	-56	11.35-11.40	-7.4	-52
3.54-3.59	-7.8	-51	7.42-7.47	-8.0	-54	11.40-11.48	-7.4	-51
3.59-3.64	-7.6	-52	7.47-7.50	-8.0	-54	11.48-11.56	-7.5	-52
3.64-3.69	-7.6	-54	7.50-7.57	-8.0	-55	11.56-11.63	-7.5	-52
3.69-3.74	-7.6	-52	7.57-7.64	-7.9	-54	11.63-11.70	-7.5	-51
3.74-3.79	-7.5	-51	7.64-7.70	-8.0	-52	11.70-11.78	-7.5	-51
3.79-3.84	-7.3	-51	7.70-7.75	-7.9	-53	11.78-11.86	-7.4	-51
3.84-3.89	-7.1	-51	7.75-7.80	-7.9	-53	11.86-11.92	-7.4	-52
3.89-3.96	-7.3	-54	7.80-7.87	-8.0	-53	11.92-12.00	-7.3	-52
4.00-4.07	-7.8	-53	7.87-7.95	-7.9	-53	12.00-12.06	-7.1	-50
4.07-4.13	-7.8	-55	7.95-8.00	-7.8	-53	12.06-12.10		-50
4.13-4.19	-7.7	-52	8.00-8.07	-8.0	-52			

付表 10-2 土壤水のトリチウム濃度

Depth (m)	Tritium concentration (T.U.)
0-0.3	5.8±3.4
0.3-0.6	2.8±2.0
0.6-0.9	2.3±2.5
0.9-1.2	4.0±2.2
1.2-1.5	3.4±1.1
1.5-1.8	4.4±1.7
1.8-2.1	4.7±1.6
2.1-2.4	1.5±1.4
2.4-2.7	3.6±1.9
2.7-3.0	4.3±1.5
3.0-3.3	3.6±2.2
3.3-3.6	3.9±1.9
3.6-3.9	4.6±2.1
3.9-4.2	3.2±1.8
4.2-4.5	3.6±1.8
4.5-4.8	3.0±1.3
4.8-5.1	4.6±2.2
5.1-5.4	3.5±2.9
5.4-5.7	4.4±1.2
5.7-6.0	3.1±1.1
6.0-6.3	2.6±1.8
6.6-6.6	3.0±1.6
6.6-6.9	3.0±1.4
6.9-7.2	3.2±1.2
7.2-7.5	3.2±1.7
7.5-7.8	2.5±1.9
7.8-8.1	4.0±0.9
8.1-8.4	4.1±2.2
8.4-8.7	3.1±1.7
8.7-9.0	2.5±1.5
9.0-9.3	3.3±2.3
9.3-9.6	2.2±0.8
9.6-9.9	2.8±1.0
9.9-10.2	2.4±1.5
10.2-10.5	2.1±0.9
10.5-10.8	2.3±1.1
10.8-11.1	3.2±1.5
11.1-11.4	3.2±1.8
11.4-11.7	2.4±0.9
11.7-12.0	2.7±2.0