上越地域の地下水の動向（第2報）

――トリチウムによる年代測定――

永野多美雄・大山　征也

1　はじめに

新潟県上越地域は昭和59年から3年連続して豪雪に見舞われ，大幅な地盤沈下を生じた[1)2)3)]．県は昭和60年度に上越地域地盤沈下機構解明調査を実施した．同調査の一環として行った地下水の水質調査については，第1報で地区別帯水層の水質特性として報告した[4)]．今回は同水質調査の試料を用いてトリチウム（^3H）による地下水の年代測定を試みた[5)6)7)]．その結果，いくつかの知見が得られたので報告する．

2　調査方法

2.1　トリチウムの測定方法

液体シンチレーションカウンタによる方法[8)]で測定した．図－1にその方法を示す．

各試料につき50分計測を10回繰り返し，それを2サイクル行う．得られたデータの中から各サイクルの後ろ7回分のデータを採用した．

2.2　調査対象

調査対象は昭和61年2月に採水して水質調査に用いた地下水のうち原則として単一帯水層から揚水している地下水とし，数は29である．また，同地域に積もった雪についても融雪後の水を調査対象に加えた．図－2に調査地点を示す．

試料水（地下水）（100 ml）
↓
500 ml三角フラスコ
← $KMnO_4$ 0.1 g, Na_2O_2 0.1 g
蒸留（～110℃）
↓
乾固後，約1時間加熱
↓
蒸留水45 ml
100 mlテフロンバイアル
← ピコフロー 55 ml
加温（～50℃）
均一に混合
↓
冷暗所に3～4日間放置
↓
測　定（アロカ製LSC－LB1）

図-1　トリチウムの測定法

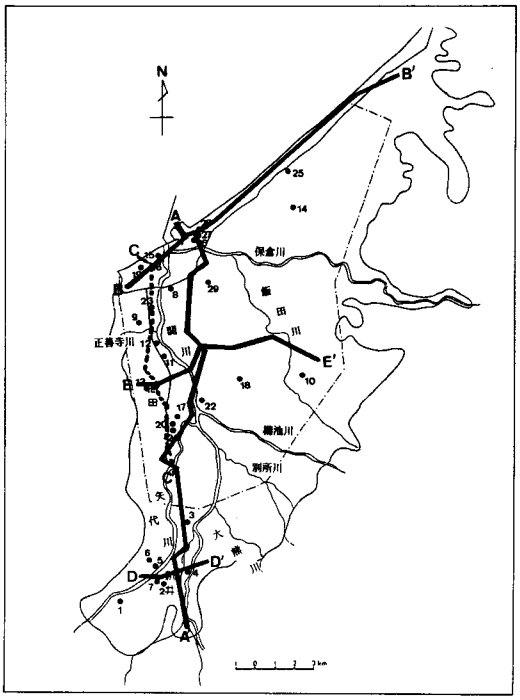

図-2　^3H濃度測定地点及び地質断面線図

3　調査結果及び考察

3.1　降水中のトリチウム（^3H）濃度の経年変化

東京[9)]，愛知[10)]，千葉[11)]における降水中の^3H濃度の経年変化を図－3に示す．^3H濃度については昭和61年現在の濃度である．計算については(1)式[12)]を用いた．また，^3H濃度の単位はpCi／lを用い，1 TU＝1 TR＝3.2 pCi／l[13)]として換算した．

$$N = N_0 \, e^{-0.693 \frac{t}{T}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

N：測定時の^3H濃度
N_0：降水時の^3H濃度
T：^3Hの半減期（12.26年を使用）

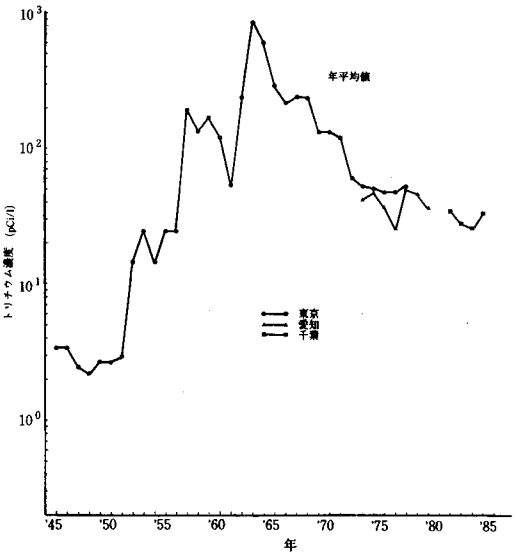

図-3　東京，愛知，千葉の降水中の ^3H 濃度
㈱　^3H濃度については1986年現在の濃度である．

t：経過時間（単位は年とする）

新潟県の過去の降水中の ^3H 濃度が図－3の他都県の値と同等であると考えると，地下水の年代は①から③のように分けることが出来る．

① ^3H 濃度が60 pCi／l 以上の地下水は1957年から1971年頃の降水による地下水

② ^3H 濃度が10 pCi／l から60 pCi／l の地下水は1952年から1957年頃及び1971年以降現在までの降水による地下水

③ ^3H 濃度が10 pCi／l 以下の地下水は1952年以前の降水による地下水

昭和60年度の新潟県の降水中の ^3H 濃度の月平均値は最大でも30 pCi／l 程度である[14]．なお，融雪水の ^3H 濃度は44 pCi／l であった．

3.2　地下水中の ^3H 濃度

^3H 濃度の測定結果及び井戸の緒元を表－1に示す．

さく井柱状図に基づいて，上越地域の地質断面図[15]を図－4～図－8に示し，その図中に地下水中の ^3H 濃度の値と水質のヘキサダイヤグラムを示す．なお，地質断面線図は図－1に示す．ヘキサダイヤグラムは水質調査の値を使用して作成した．

(1)　新井地区の地下水

矢代川左岸のNo.5，No.6の地下水の ^3H 濃度は80 pCi／l 以上で1957年から1971年頃の地下水と考えられる．矢代川上流部のNo.1の地下水は ^3H 濃度が75 pCi／lで1957年から1971年頃の地下水と考えられるがヘキサダイヤグラムの形からは化石塩水性の地下水とも考えられ，同地区では特異な地下水である．高田地区との境のNo.3の地下水の ^3H 濃度は54 pCi／l とやや高く1957年から1971年頃の地下水が流入している地下水と考えられる．その他の新井市街地の地下水は ^3H 濃度が24 pCi／l から34 pCi／l であり，1971年以降の新しい地下水と考えられる．

表-1　トリチウム濃度の測定結果

No.	井戸深度 (m)	帯水層	^3H 濃度 (pCi/l)	No.	井戸深度 (m)	帯水層	^3H 濃度 (pCi/l)
1	125	新　井	75±11	16	130	G 2層	31±10
2	150	〃	39±10	17	130	〃	18± 8
3	183	〃	54±10	18	140	〃	20±10
4	130	〃	34±10	19	170	G 3層	50±10
5	80	〃	89± 9	20	180	〃	5±10
6	60	〃	96± 9	21	185	G 4層	27±10
7	105	〃	24±10	22	210	〃	21±11
8	21	浅　層	29±11	23	240	〃	27±11
9	30	〃	22± 8	24	250	〃	23±11
10	50	〃	26±10	25	250	〃	—
11	55	〃	11± 9	26	255	〃	29±10
12	63	G 1層	40±10	27	260	〃	29± 8
13	75	〃	35±10	28	262	〃	28±10
14	75	〃	28±10	29	305	〃	0± 8
15	110	〃	21±10	雪	—	—	44±10

(2)　高田地区の地下水

高田市街地でG 3層より揚水しているNo.20の地下水は ^3H 濃度が5 pCi／l と非常に低く1952年以前の地下水と考えられる．その他の高田市街地のG 4層又はG 2層の地下水は ^3H 濃度が20 pCi／l 前後であり井戸の深度から1952年から1957年頃の地下水と考えられる．

高田市街地から直江津市街地までの地下水のうちG 1層のNo.12とNo.13の地下水の ^3H 濃度は40 pCi／l と35 pCi／l であり1971年以降の新しい地下水と考えられる．同じG 1層のNo.11の地下水はヘキサダイヤグラムでClの値が非常に大きく，また ^3H 濃度も11 pCi／l と他より低く，同地域では特異な地下水である．浅層のNo.8とNo.9の地下水の ^3H 濃度は29 pCi／l と22 pCi／l で，1971年以降の地下水と考えられる．G 3層では国道18号線脇のNo.23の地下水が ^3H 濃度が27 pCi／l で井戸の深度から1952年から1957年頃の地下水と考えられる．G 4層のNo.29の地下水は ^3H 濃度が0 pCi／l で1952年以前の非常に古い地下水と考えられる．

(3)　直江津地区の地下水

直江津市街地のG 3層のNo.19の地下水はヘキサダイヤグラムの形から塩水化した地下水[16]と考えられる．また ^3H 濃度も50 pCi／l とやや高く同地域においては特異な地下水と考えられる．G 2層のNo.16の地下水もヘキサダイヤグラムのNaとClの値が大きく塩水化した地下

水と考えられるが ^{3}H 濃度は 31 pCi／l であり，同地域のＧ１層のNo.15，Ｇ３層のNo.21，Ｇ４層のNo.26，No.27，No.28の地下水それぞれの ^{3}H 濃度 27～29 pCi／l と同じ位であり井戸の深度から1952年から1957年頃の地下水と考えられる．

(4)　その他の地区の地下水

三和村及び頸城村のＧ１層の地下水（No.10，No.14）の ^{3}H 濃度は 26 pCi／l と 28 pCi／l であり1971年以降の

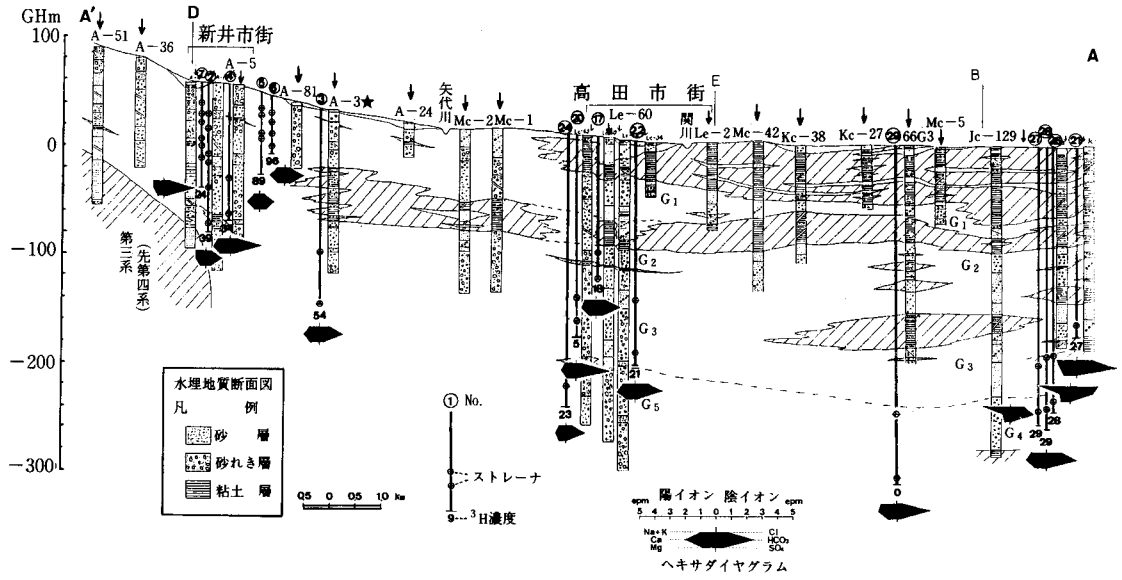

図-4　A－A′断面図

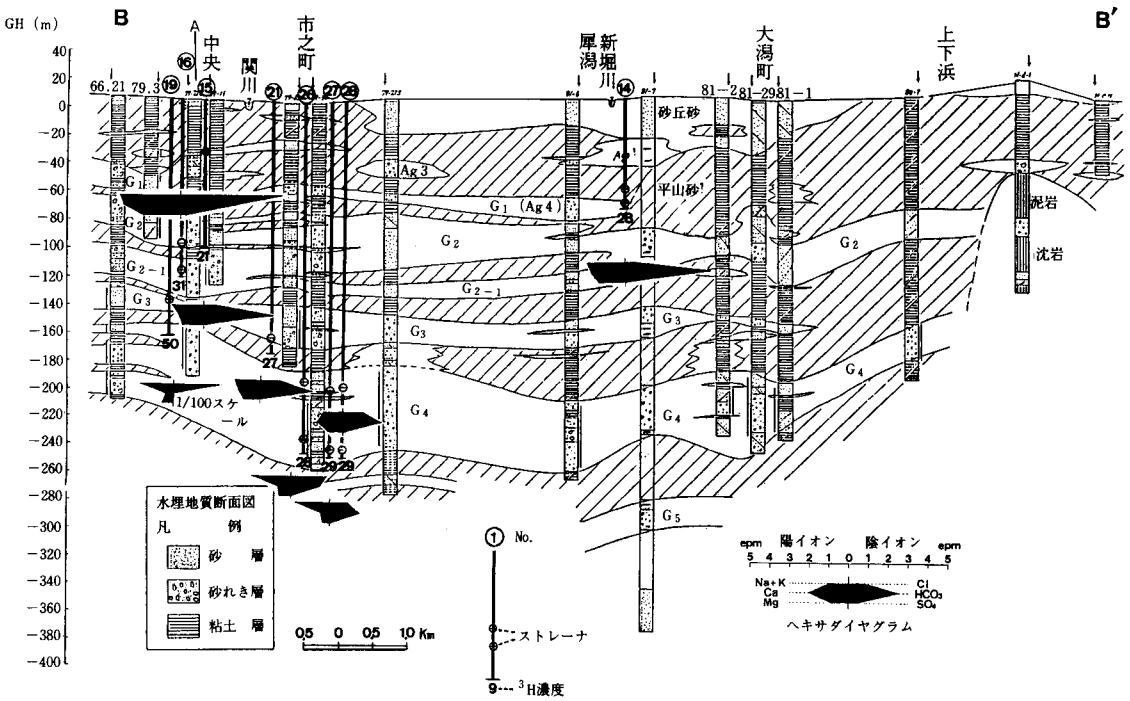

図-5　B－B′断面図

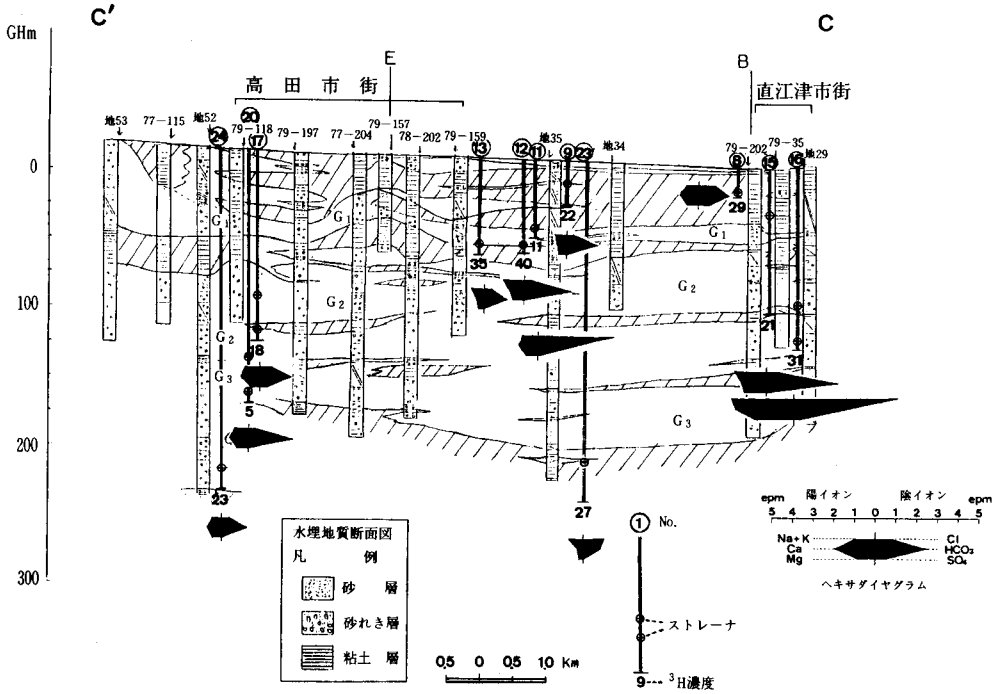

図-6　C′－C断面図

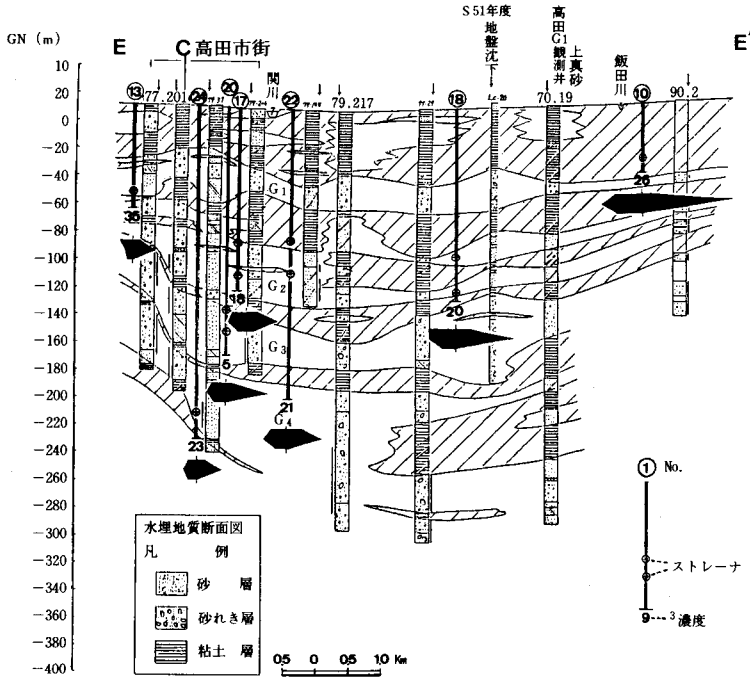

図-7　E－E′断面図

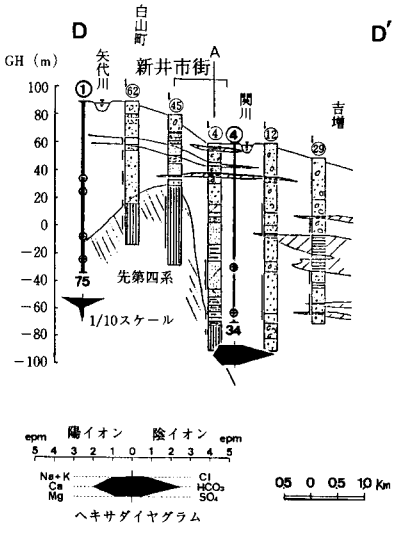

図-8　D－D′断面図

新しい地下水と考えられる．

4　ま　と　め

上越地域の地下水は地域と帯水層により年代が分類できる．

(1)　浅層及びG 1 層の地下水は1971年以降の新しい地下水である．

(2)　新井地区の矢代川左岸の地下水は1957年から1971

年頃の核実験当時の地下水である．市街地の浅層地下水は1971年以降の新しい地下水である．

(3) 高田，直江津地区のG 2層からG 4層の大部分の地下水は1952年から1957年頃の地下水である．

(4) 高田市街地南側地区のG 3層の地下水は1952年以前の古い地下水である．

(5) 直江津地区の東側のG 4層の地下水は1952年以前のかなり古い地下水である．

謝　辞

^{3}H 濃度の測定は新潟大学積雪地域災害研究センターの佐藤助教授に依頼しました．また，本報告にあたっては適切なるご指導を賜りました．同助教授に厚く謝意を表します．なお，今回の ^{3}H 濃度のデータは同助教授が所管するものである．

参考文献

1）新潟県環境保健部公害対策課：上越地区の地盤沈下，p. 11（1985）.
2）新潟県環境保健部公害対策課：上越地区の地盤沈下，p. 11（1986）.
3）新潟県環境保健部公害対策課：上越地区の地盤沈下，p. 11（1987）.
4）永野多美雄，谷中隆明，沢口正夫：新潟県衛公研年報，**1**，115（1985）.
5）茶谷邦男他：愛知県衛生研究所報告，**28**，p. 1（1978）.
6）落合敏郎：用水と廃水，**10**，p. 34（1968）.
7）東海三県地盤沈下調査会：濃尾平野の地盤沈下と地下水，p. 185（1985）.
8）殿内重政，高橋　斉，斉藤真一：新潟県衛公研年報，**1**，134（1985）.
9）木村重彦：放医研環境ゼミナーシリーズ，p. 85（1983）.
10）茶谷邦男：放医研環境ゼミナーシリーズ，p. 57（1983）.
11）宮本霧子，井上義和，岩倉哲男：放射能調査研究報告書，p. 51（1985）.
12）落合敏郎：用水と廃水，**10**，p. 34－42（1968）.
13）茶谷邦男：愛知県衛生研究所報告，**30**，p. 1（1980）.
14）殿内重政，高橋　斉，斉藤真一：新潟県衛公研年報，**1**，134（1985）.
15）新潟県環境保健部公害対策課：昭和60年度上越地域地盤沈下機構解明調査報告書，p. 14（1986）.
16）東海三県地盤沈下調査会：濃尾平野の地盤沈下と地下水，p. 172（1985）.