YT 法に於ける h 及び l

今 村 學 郎

(東京文理科大學地理學教室)

[挿圖 1~3, 表 1~2]

[昭和 13 年 11 月 14 日受領]

Significance of h and l in the YT-method.

By G. IMAMURA

定 義

$H, L, l, \Delta\theta, S, YT$ 圖表等は従前 [YT 1, 2, 10]¹⁾の通りである。これは既に國際的に承認された用法であるから [YT 16], 他の表現法を勝手に作つて混雜を惹起することは慎みたい。

h はこれ迄の滯水層海拔高度といふのは誤で、今後は正しく**不透水層海拔高度**と訂正する。この訂正は既に國際的には済んで居るが [YT 16], 國內的には今始めての訂正發表である。 h を井底といふやうな不明瞭な言ひ方は全く廢止する。又滯水層²⁾といふのは寧ろ l に相當することに注意して置く。

各扇狀地の地下水は必ず最も普遍的な一續きの h を持つて居る。ここに掘られた井戸を**本井**と定義し、本井より大なる L で、別の h に屬するものを**深井**, 小なる L で、別の h なることを確證されたものを**淺井**と定義する。武藏野, 相模野, 那須野の中, 深井があるのは武藏野だけであり, 淺井は何れにもあるが, その分布する面積が本井に比して著しく小さく, 那須野の如きは千分の一位の面積を占めるに過ぎぬ。

淺井は従前は宙井戸(これまでの中井戸は字を宛て違へたもの)といはれたものであるが, これは井戸屋の俗語で意味も明確でないから, ここで淺井と改めたのである。

本井は H, h, L, l の値には全く關係なく, 單にその分布する面積が最大

1) この表現法については最後に附した「YT 法に關する文獻」参照のこと。

であることによつて定義されて居ることは、注意を要する點であらう。

h の 偏 倚

最大の偏倚は、 h が一続きであり乍ら、幾何學的の平面でなく、起伏を有する點に起因する。連續した露頭でアネロイドによる測定を行つた結果、この偏倚は普通 $\pm 5\text{ m}$ 以内であることが知られた。

次は井戸のある地點の地表の海拔高度で、實際の地表の凹凸が地形圖よりも遙かに多いために生じ、 $\pm 3\text{ m}$ 以内であると思はれる。

更に通常使用される綿ロープは恰もゴム絲の如く著しく伸縮し、第 1 表の如き量に達する。從來想像されて居た誤差とは桁違ひであつて、今後は毎回カリブレーションを施さなくては、深度や透明度などは意味ある數値を得ることは出来ない。

第 1 表 綿 ロ ー プ の 伸 縮 量

試料の新舊	試 料 の 乾 濕 状 態 及 び 荷 重 量					
	無 荷 重		微 荷 重 °		荷 重 2.5 kg	
	乾	濕	乾	濕	乾	濕
未 使 用	-3.7	-5.3	-0.9	-1.3	—	+2.2
中 古	-3.0	-3.1	+1.3	+2.6	+4.0	+4.9
古 物	-2.0	-1.5	+1.7	+2.3	+2.8	+3.4

説明 伸びは正、縮みは負で % で示す。微荷重とは普通間繩を使ふ様に水平に測つたもので、2.5 kg の荷重は垂直にしてかけたものである。濕氣を與へるためには 24~100 時間水中に漬けた。すべての測定値は 6~30 回のカリブレーションの平均である。

h を平面に近いと假定し、又アネロイドによる測定を行はずに、單に海拔高度だけで h を對比し、淺井を設定する時は、偏倚の中の違ひを本當の違ひと考へて、實在しない淺井を夢想する可能性が多いといふ事は、上記の 3 種の偏倚が同じ向きに出た場合を考へれば明瞭であらう。例へば $L=30\text{ m}$ でなければ本井でないと思ひ込んで居るときに、 $L=20\text{ m}$ 或は $L=40\text{ m}$ といふ値を得るから、實は本井であるものを、淺井又は深井と考へることが起り得る譯である、

然も上記の偏倚は實際測定し得た材料から知られたものだけで、臺地の地下の地質構造には、豫想外の急變があつて意外な h の値を生じ、然も猶一續き、或は一群の h であることが、決して不可能ではないのである。

次に井戸を掘り抜いて h の値を定めることは望ましいが、武藏野、相模野及び那須野では、かうして h を定めたのは全面積の極めて僅かな部分に過ぎないから、實際問題としては考慮する必要が無い。それよりも既に發表した方法 [YT 11, 12] によれば、直ちに h の偏倚が分り、これは扇狀地の全體に就いて正しいので、特にその端だけに通用するのではないから、餘程簡單で又有效である。一々の井戸で h を慥めることは、井戸屋が實際仕事をする場合の参考とする外は無駄である。

それに一々の井戸の内部の斷面が知られても、不透水層らしいものの數が多くなりすぎて對比が正確に出來なくなる丈で、上述の方法 [YT 11, 12] の方が遙かに統計的に安全な結果を與へるものである。然し扇狀地の全面積に亘つて井戸を掘り抜けば、より慥かな値が得られると考へられるから、今扇狀地に於ける平均の偏倚 -2m といふ量が、段々井戸を掘り抜いて行く事によつてどの様に變化するかを計算する。そのために今下の様に假定する。即ち -2m といふのは事實から割り出した間違

第 2 表

ひのない値であるが、今百歩を譲り、いくつかの井戸で $+2\text{m}$ といふ値が得られたとする。さうすると $+2\text{m}$ といふ井戸の占める面積が、全面積のどれだけを占めるかによつて、 -2m といふ平均の偏倚は第2表のやうに變化して行く。(これは勿論實際かうだといふのではなく、假りに $+2\text{m}$ と	$+2\text{m}$ の偏倚の占める面積の割合 (%)	平均偏倚 (m)
	0.0	-2.00
	0.1	-1.99
	1.0	-1.96
	10.0	-1.60
	25.0	-1.00

いふ値が得られたならば、このやうになるであらうといふ作り話に過ぎぬ)。

この表によるとたとへすべての井戸で $+2\text{m}$ が正しいとしても、武藏野の半分以上を掘りかへさなくては何にもならぬのであつて、こんな事は實行不可能である。況んや偏倚は -2m が正しく、 $+2\text{m}$ といふ假定は極く特別

な例外であることが知られて居るのだから、この様に井戸を掘つて無駄をすることは全くナンセンスたるを免れない。又上の $+2\text{m}$ といふ假定は、 $+5\text{m}$ と假定しても結論は大して變りがないことを附記する。猶井戸を實際掘り抜いた例は武藏野のみで、全面積の 10% 以下だから、この方法によつては、 -2m といふ平均の偏倚は殆んど變つて來ない。

h の誤差を大きくするのは寧ろ井底に粘土があるか礫があるかを土地の人に聞いたり、錘の手應へでこれを判斷したりする通俗的方法であつて、これではどの位の大さにまで誤差が達するか見當もつかない。このやうな方法を採用する位ならば、寧ろ測定といふ事を全部止めた方がよい位である。

湖沼學に於ける誤差

既に詳論したが²⁾、 h や L の値との關係上、以下簡略に摘記する。

(1) 第 1 表所載の數字から次の各項が導かれる。(a) 綿ロープの目盛りは荷重を加へながら行ふべきである。(b) 水に漬けただけで行つて居た従前の目盛法は不合理である。(c) 使用に先立つて毎回カリブレーションを行ふ必要がある。(d) なるべく綿ロープを使用しない方がよい。

(2) 測深には計器のカリブレーションを行つてから鋼線を使用するがよい。下した時と上げたときで同じ示度だと云つても滑りはいくらでも大きく成り得るから、必ずカリブレーションをやる必要がある。

(3) 綿ロープの伸びが 1~4% のときはその傾角が $8^\circ \sim 14^\circ$ で相殺される。従つて何度かやり直せば所期の値が出る確率は相當に大きい。船が流されるからである。

(4) 湖底地形が陸上の地形と異つて平坦であるのは恐らく上記の原因で、實は凹凸があるのだけが發見されないものであらう。³⁾

(5) 透明度は讀みに既に $\pm 5\%$ の誤差があるから⁴⁾、第 1 表と合せ考へれば、 $\pm 10\%$ に近い誤差が起り得る。従つて、摩周湖の 41.6m とバイカル湖

2) 科學, 8: 522-523, 1938.

3) 本稿脱稿後忽ちこの一例を得た(科學 8: 518-519, 1938)。然し誤差が 0.07% だといふことはとても信用出來ぬ。

4) 海と空, 16: p. 24, 1936.

の 40.5 m との何れが世界一かは一寸分るまい。何れにしても米突以下の數字を記載することは止めるべきである。その一つ上の桁が既に信用出来ないのだから。

(6) 水温は連續觀測を行ひ、短週期の變化がどの位の量に達するかを知つてから測定限度を定めなくてはならぬ。目盛があるからとてむやみ矢鱈に百分の一度迄信用すべきではない。深さや内部靜振等に就いての補正を考へて置かなくて、百分の一度まで全然信用するのは不合理である。

湖沼學の報告は何故か地理關係の出版物に屢々出たので測定に不慣れな地理學者からは誤差のことは餘り注意されなかつたし、又湖沼學者が誤差を記してない點から見ても、やはり誤差は殆んど無いと假定して居たらしいが、今後はよく測定値の信用度を考へなくてはならぬ。何となれば、近頃は詳細な議論が多くなり、以前のやうにやればきつと出来る事をやつたのでは、論文として通用しなくなつたから、誤差を眞の差のやうに誤り考へるに至つた實例があるからである。百分の一度の變化で田澤湖の完全停滯を結論するが如きはそれである。自分は上の狀態は湖沼學の危機の一つだと考へるから特に一言した次第であつて他意はない。

h の 對 比

h の對比は地質學上の問題であつて、陸水學上の議論ではない。從つて地質學者が承認するやうな結果でなくては全く價值がない。

地質學上海拔高度の等しい地層を對比し、異なるものは別の層として區別するといふことは決して無い。從つて h の對比をその高さのみで行ふことは全然不合理である。第一どの位の高度差があれば兩者を區別するかといふ標準は全く常識的で、何等の然るべき根據は無い。

扇狀地の不透水層は化石を利用してこれを對比し得ないこと勿論である。

上述のやうに h の偏倚は時として 10 m 以上に達するから、垂直倍率を大きくすれば、誤差を眞の差と間違へて飛んでもない事になる。第 1 圖(下)は武藏野に於ける一例であるが [YT 15] 垂直倍率は實に約 180 倍といふ大きなものである。これを 18 倍に直すと、第 1 圖の上圖に見る如く全く一續き

第 1 圖 武蔵野に於ける h の對比法の二つの例

これは全く同じ場所に於ける臺地の断面であるが、垂直倍率が上圖は 18 倍、下圖は 180 倍 (YT 15 参照) なので、本當は上圖のやうに一続き又は一群のものが、下圖では尠くとも四つの h であるかのやうに見える點は興味がある。猶断面の垂直倍率は 10 倍未滿が普通であつて、この種の錯誤を避けるやうに注意されてゐる。

或は一群の h となつてしまふ。巧妙な圖示法によつて錯誤を生じた一例である。

次に [YT 14] に示した式

$$P_n(c) = \frac{1}{\Gamma\left(\frac{n}{2}-1\right)} \int_0^{\frac{nc^2}{a^2}} e^{-x} x^{\frac{n}{2}-2} dx$$

によつて第 1 圖の h から $P_n(c)$ を計算すれば、これを一群としても、又本井と浅井とに分けて見ても、何れの場合でもその値は小さくて殆んど同一である。これはこの h の値を一群として取扱つて差支ない事を、數量的に示してゐる。

[YT 11, 12] に示したやうに、浅井を區別せず、 h を本井と深井に分けて補外法を用ふれば、露頭に於ける h とよく一致することは、これを一群として處理するの合理的な事を事實に就いて證明する。

然し乍ら對比といふ立場から云へば、上の諸項目とは獨立に、必ず満足されなければならぬ最も重要な一條件がある。それは臺地端に於ける露頭の示

す所と矛盾しないやうに對比するといふ一事である。武藏野、相模野及び那須野では、露頭には h が全く一続きで表れ、浅井は全く見られない。これは野外観察、及び七萬五千分の一地質圖の示す通りである。故に浅井は臺地上でも僅少の面積を示し得るのみで、例へば武藏野所澤東北方に浅井が甚だ多いといふのは誤つた想像である。那須野と相模野では何れも全面積の數パーセント以下を浅井が占めるに過ぎぬから、武藏野東北の場合とは違つて正しい結論と考へるべきである。

浅井はローム中にあるといふのも、井戸には水があり、 l がある値を持つて居る以上、とても正確な觀察とは云へないのである。

要するに對比に就いては露頭のウエイトを100とすれば、臺地上のすべての測定値は10以下である。これは地質學上當然の結論であり、 h の對比には必ず銘記されねばならぬ。

l と 水 脈

l はその井戸の所有者の貧富に關係するといふのは餘りに常識的であり、誤つてゐる。武藏野に於ける所澤北方、狹山南麓の聚落、相模野に於ける中央部の新開、那須野に於ける東郷屋一帶の村落は何れも l が大きいが、寧ろ貧困の村であり、那須那の青木事務所、青木邸、松方邸の如き富豪の井戸の l は小さく、夫々1.0m, 1.5m, 2.0mである。即ち l は決して貧富と關係

第2圖 L と l との關係

左是那須野、右は武藏野であり、何れも正相關である。

する値ではない。

或は L の大なる場所では、井戸を掘るのに勞力を要し、水を得れば満足して小なる l で放置するとの説もあるが、誤である。第 2 圖によれば、 L と l とは全く正相關であり、少數の井戸に於いてのみ、例外的に L が大で l が小なのである。上の説は一二の例外の井戸に就いて行はれた觀察を一般化した點に誤があるのであり、心すべき事と云はねばなるまい。

以上述べた事實で明白な様に、 l の分布が或る癖を持つのは決して人間のためではなく、水脈の存在によるものである。そしてこれは $h, \Delta\theta, pH$ の分布から推測される水脈と一致するから益々確實である。 pH は水質との關係は全然無視しても水脈の指示者として甚だ有用である。そして L と關係があり (第 3 圖)、深井を本井から區別すること、即ち水脈の垂直分布にも役立つ。 pH はロームの厚さと關係するといふのも常識的にすぎて誤であつた。辻本氏がこの豫想の下に幾多の無駄な試みをなして逆にその無關係を立證した。

第 3 圖 L と pH との關係

- 1—武藏野 2—相模野
3—相模野で 1 日間に行つた測定から得たもの
4—那須野

上の關係は數百の測定の平均を示したものである。武藏野のみは深井があり、 pH 値は著しく急増し對比の參考となる。本圖の關係が測定時期を異にしたために偶然に生じたものでない事は、相模野に於ける (2) と (3) とがよく一致する事によつて明かに證明される。

l と S

l には季節的變化と長期變化とがあるが、 S との關係は不變で、武藏野、相模野、那須野で得られた $S-L-l$ の YT 圖表は、時期の如何に拘らず、何れも同一の法則に従つてゐる [YT. 19]。従つて季節的變化は l と S との間の法則を亂すものではない。

それに人類は如何なる場合でも、多くの試みの後に、 l に對し又 L に對し

て最も工合のよい所に定着したのであり、この作用は現に那須野で行はれて居る。決して S と l との関係は偶然でもなく、人爲的でもないことはこれでよく分るのである。この故に人文地理は人類生態學なのであつて、今の場合には應用陸水學の一部と見ることが出来るのである。

結 論

- (1) h の偏倚は想像以上大きく、10 m 以上に達する。
- (2) 従つて對比は單なる海拔高度では成功せぬ。
- (3) 露頭の對比に於けるウェイトは、臺地上の如何なる測定よりもオーダーを異にして大である。
- (4) l は h , $\Delta\theta$, pH と共に水脈を示す。
- (5) pH は水平的、垂直的に水脈を示す指示物として甚だ重要で大に利用さるべきである。
- (6) S は L と l によつて左右される。
- (7) $S-L$, $S-L-l$ の法則は季節的及び長期の地下水の變化によつて煩はされぬ。
- (8) 湖沼學に於いては今後大に誤差に注意しないと誤つた結論に陥る危険が多い。

YT 法 に 關 する 文 獻

今後は簡單のため例へば [YT 4, p. 84~86] といふ風に引用する事にした。よつて下の様に新しく番號を附した。

[YT 1] 矢島仁吉：武蔵野臺地の地下水。陸水學雜誌，5：125—136（昭和10年）。

[YT 2] 今村學郎・矢島仁吉：西武蔵野の聚落。地球，25：192—209（昭和11年）。

[YT 3] 今村學郎・矢島仁吉：武蔵野の地質構造。地質學雜誌，43：144—151（昭和11年）。

[YT 4] IMAMURA, G. et YAZIMA, N.: Contributions à l'Etude Géologique du Plateau de Musasino, près de Tokyo. Bull. Earthq. Res. Inst. 14: 83—91 (1936).

註 [YT 1] 乃至 [YT 4] は始めて完全に施行された YT 法の記録として注意さるべきものである。この研究は今迄の YT 法のどれよりも多くの井戸に就いて行つたものである。

[YT 5] 今村學郎：人文地理と人類地理學。日本學術協會報告，11：464—466（昭和11年）。

[YT 6] 吉村信吉：東京附近の地下水の地理學的研究．地理學評論，13：683—684（昭和 12 年）．

註 綜合報告であつて新事實に乏しい。引用文獻で重要なものが脱落して居る事を遺憾とする。

[YT 7] 辻本芳郎：相模野の地質構造．地理學評論，13：822—835（昭和 12 年）．

[YT 8] 辻本芳郎：相模野の地下水．陸水學雜誌，7：98—112（昭和 12 年）．

[YT 9] 辻本芳郎：地下水より見たる相模野の聚落．地理學評論，13：913—928（昭和 12 年）．

[YT 10] 今村學郎：地下水の地理學的研究．地理學評論，13：90（昭和 12 年）．

[YT 11] 今村學郎：地下水に關する測定とその利用．科學，8：50—51（昭和 13 年）．

[YT 12] 今村學郎：地下水の調査と YT 法の成果．陸水學雜誌，8：1—8（昭和 13 年）．

[YT 13] 山本莊毅：大磯町の地下水(豫報)．陸水學雜誌，8：14—21（昭和 13 年）

註 h の傾度は $1 \sim 4 \times 10^{-2}$ であるのに、關東地震による地殻運動の傾度は 1.3×10^{-4} で、即ち百分の一以下のものであるに過ぎない。これでは到底 h の傾度に影響することは出来ないから、地震によつて地下水の擾亂が見られなかつたのは當り前である。指導者はかかる誤に陥らぬやう注意すべきである。

[YT 14] IMAMURA, G. and KOTANI, M.: Crustal Blocks. Proc. Imp. Acad. 14: 137—140 (1938).

註 h に關する研究で、特に偶然地塊らしく見える確率が計算してある。

[YT 15] 吉村信吉：武藏野臺地地下水の豪雨による異常上昇．科學，8：398—400（昭和 13 年）．

註 h の對比に於いて誤を犯して居る。その他二三の誤を指摘し得る。

[YT 16] IMAMURA, G., YAZIMA, N. and TUZIMOTO, Y.: Underground Water. and Rural Habitations. CR Congr. int. Géogr. Amsterdam, tome 2, 98—100 (1938).

[YT 17] IMAMURA, G.: Über die Schollenbewegungen in Japan. Scientia, (im Druck).

[YT 18] 今村學郎：YT 法に於ける h 及び l ．陸水學雜誌 9：1—10（昭和 14 年）．

[YT 19] 長谷部勇治：YT 法による那須野の研究．陸水學雜誌 9：11—27（昭和 14 年）．