

# 地沁りに及ぼす雨水の影響について

正 務 章\*

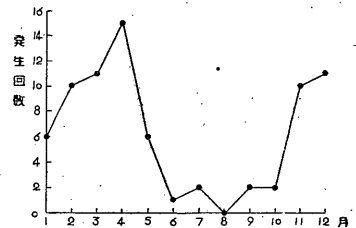
## § 1. 緒 言

雨水や融雪水の浸透が地沁りや山崩の主要なる誘因と考えられることは既に定性的にはしばしば指摘されてきた<sup>(1)</sup>ところである。しかしかかる降水の浸透が果してどのように影響して地沁りや山崩の誘発に寄与しているかを明確にすることは資料の点からなかなかむつかしい。そして今までのところそれに資するような観測資料もはなはだ少なかつたようである。

さてかかる次才のとき新潟県砂防課においては昭和 23 年 (1948 年) 10 月より引続き東頸城郡沖見村神谷のいわゆる慢性地沁り地において諸種の地球物理学的観測を実施され、地沁り機構の解析に寄与する多くの資料<sup>(2)</sup>を得られており、また直江津保線区においても昭和 24 年 (1949 年) 3 月 7 日中頸城郡春日村の北陸線郷津トンネル上に発生したいわゆる急性地沁りの余沁りの日移動量を観測されている。筆者は今回これら両種の地沁りの観測資料の 1 部と近年新潟県内に発生した急性地沁り等にもとづき、これらの発生機構等を考える際の資料ともなればと思ひ、古い問題ではあるが主として地沁りに対する雨水の時間的影響について検討してみたのでその概要を報告する。

## § 2. 急性地沁りの発生と降雨

昭和 5 年 (1930 年) より 26 年 (1951 年) 5 月迄の間に新潟県内に発生したいわゆる急性の地沁りの発生回数を諸種の調査や報告等から調べてみると 78 あつた<sup>(3)</sup>。これらの地沁りの月別発生回数を図示すると才 1 図の通りで、中村(慶)氏<sup>(4)</sup>が北陸地方の山崩・地沁りの年間分布について指摘されているとおり、融雪期と秋霖期に頻発する傾向がよくうかがわれる。



才 1 図 急性地沁りの月別発生回数

さてこれら 78 箇の地沁りのうち、各現地附近の雨量観測所における観測結果から判断して、現に積雪及び降雪がみられる期間以外の時期(以下かゝる時期を降雨期と呼ぶことにする)に発生しているもののみを選び出すと 23 箇ある。これら 23 箇の地沁りとこれらの現地にもっと近い雨量観測所における各地沁り発生日を基準としてさかのぼつた 1 週間の各日雨量とを表示すると才 1 表のとおりになつてゐる。雨量観測所は出来るだけ地沁りの現地

\* 新潟地方気象台

(1) 例えば、中村慶三郎：地沁り及び山崩(岩波書店刊)

(2) 観測結果の 1 部は、新潟県砂防課：地球物理学的方法による地沁り地の地下探査について(昭24)

同 地沁りの観測とその成果について(昭25)

(3) 同じ降雨によつて同日に近距離で数ヶ所発生している場合は 1 回と数えた。

に近く、且つその雨量をも代表するような所を選んだが一般には距離も離れ、地形等も異つてい  
るので同じとは考えられないが少くともその変化の模様は大して違わないだろうと思われる。従つ  
て現地においてもこの表に見られるように多くの場合その発生の前々日以内位にかなりの雨が降つ  
ているものと推察される。

才1表 急性地じりの発生時と前1週間の降雨<sup>(1)</sup>

番号	発生場所			主じりの発生時 昭和年月日	主じり発生よりその及した各日の降雨量							雨量 観測地
	郡	村	字		0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	
1	西頸城	木浦	新光	7 11 19	3.4	11.4	49.3	23.0	73.5	0.0	9.8	能生
2	東頸城	菱里	上船倉	8 5 4	21.0	1.5	—	1.0	—	7.5	4.0	安塚
3	西頸城	西海	田中	9 7 24	75.2	71.1	7.6	5.7	1.9	67.0	0.3	能生
4	"	磯部	筒石	9 7 25	16.0	75.2	71.1	7.6	5.7	1.9	67.0	"
5	"	能生	谷柱	9 10 1	169.1	3.0	—	—	6.2	3.1	0.1	"
6	"	磯部	筒石	9 10 2	28.9	169.1	3.0	—	—	6.2	3.1	"
7	"	能生	小泊	10 5 15	11.0	0.0	—	—	14.7	30.0	—	"
8	東頸城	小黑	戸沢	11 5 3	—	—	5.5	1.0	—	0.3	—	安塚
9	西頸城	上早川	越	12 11 20	20.4	57.9	19.8	7.9	2.5	—	2.5	砂場
10	"	磯部	大洞	12 11 21	15.3	20.1	28.5	6.0	3.5	10.8	5.5	能生
11	"	能生	谷尾	16 6 10	—	—	34.0	20.2	17.0	—	—	砂場
12	"	根知	梶山	23 9 17	90.0	7.0	—	—	17.0	15.3	7.7	"
13	古志	上塩谷	入塩川	23 11 25	39.8	0.6	—	—	—	20.2	7.2	森町
14	中頸城	春日	郷津	24 3 7	0.0	33.8	2.0	3.0	14.2	8.1	9.4	高田
15	南魚沼	大巻	寺尾	24 4 29	8.6	9.4	0.0	—	13.4	—	0.0	小出
16	東頸城	松代	蓬平	24 9 23	65.1	—	18.1	28.5	—	23.6	—	安塚
17	古志	東谷	小向	24 11 18	26.0	9.0	24.0	17.0	21.0	28.0	8.1	栃尾
18	三島	出雲崎	勝見	25 2 11	23.0	22.0	25.5	0.7	2.7	7.3	2.2	出雲崎
10	東頸城	浦田	浦田	25 11 15	91.0	—	—	—	—	—	—	安塚
20	西頸城	名立	上瀬戸	25 11 20	32.5	30.6	—	—	13.5	63.4	—	能生
21	"	"	西蒲生田	25 11 27	20.2	39.0	25.2	0.1	—	8.6	—	"
22	中魚沼	中条	池谷	26 4 25	8.5	9.1	—	1.3	0.7	2.2	—	小千谷
23	西頸城	小滝	平岩	26 5 16	2.0	4.0	—	—	—	—	—	根知

いまかかる地じり発生前1週間の各日にどのような割合で雨が降っているが、その一般的模様を  
みるために、その発生日を基準 ( $i=0$ ) とし、 $i$  日さかのぼつた日の雨量を  $r_i$  とするとき、

$$R_i = \left( r_i / \sum_{i=0}^6 r_i \right) \times 100$$

なる量、いわばこの7日間の総雨量に対する各日の降雨率をそれぞれの場合について計算し、更に  
それらの日別の平均値を求めてみる才2図のようになる。これから才1表の No. 8, No. 23 のこ  
とく極めて寡雨で発生している<sup>(1)</sup>例もあるが、一般には地じり発生前、1週間以内の雨はその当日

(1) 該日の10時に於ける前24時間量を該日に於ける日雨量とする。

乃至2日前位の間で大部分が降つてることがよくわかる。このように雨水は地這り發生の主要な誘因の一で、特にその發生の動機を考ふる重要な役目をなすものゝように考えられる。

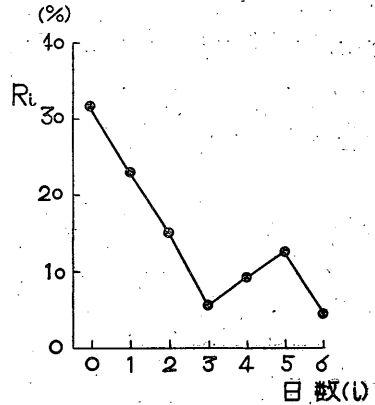
### § 3. 急性地這りの余這りに及ぼす雨水の影響

昭和24年(1949年)3月7日新潟県中頸城郡春日村の北陸線郷津トンネル上(東經;138°12.5',北緯;37°09.8')に移動面積約 $3 \times 10^3 \text{m}^2$ の小規模な地這りが起つた。この地這り地域の略図を示すと才3図のとおりで、斜面の勾配は約 $19^\circ$ で、這り面の深さは大略13~14m程度<sup>(2)</sup>と推定されている。この地這りは主這りの移動速度が大きく、短期間で安定化するゆる急性の地這りであつた。

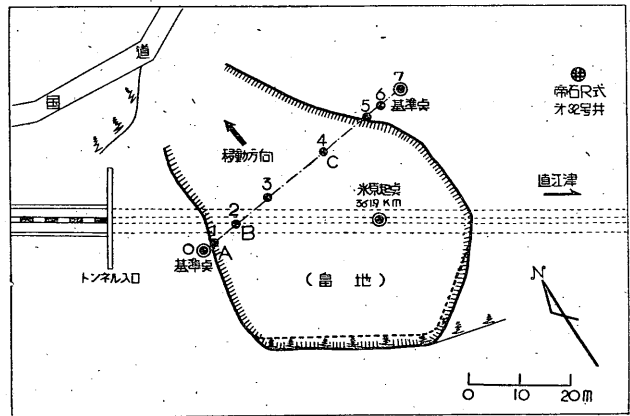
(i) 余這り期の滑動に対する雨水の時間的影響: 直江津保線区ではこの地這りの主這り後の3月14日より次のようにして、云わば余這り期における毎日の移動量の連続観測を開始した。即ち才3図中に示したとおり、不動地域から移動地域を貫いて移動方向に直角な東西方向の測

線を設定し、その測線上で適当な間隔をおいた8点に標柱を設け、移動地域をはさんだ両側の不動地域上の標柱の見とおし線に対する各地点の相対的移動量を測定した。こうして得られた結果中才3図のA, B, Cで示した3地点の3月14日を基準とした積算移動量と地這り地から西方約1km離れた郷津線路班に於いて観測された日量5mm以上の降水量との対応図を画くと才4図のとおりである。

さて斯る急性地這りの主這り後の移動量は一般に外的因子が作用しない限り日数の経過と共に、ほぼ双曲線的に減衰するものと考えられる。即ち今ある日の移動量を $A_n$ 、その前日の移動量を $A_{n-1}$ とすると、 $\delta \equiv A_n - A_{n-1}$ なる量を考えれば一般に $\delta \leq 0$ となるはずである。従つて $\delta > 0$



才2図 地這り發生前の雨量の時間的配布



才3図 中頸城郡春日お郷津トンネル地這り地帯図

(1) 誘因となつと考えられる地這りなど起つていない。

(2) 正務 章: 新潟県郷津の地這り調査 研究時報2巻10号(昭25)

となつた場合は減衰しつゝある滑動を再び促進さす  
 なんらかの外的因子が作用したものと考えられる。  
 この外的因子の主なるものは雨水や融雪水の浸透に  
 よる土の切断抵抗の低下や地震動等であろう。依つ  
 てまずこの降雨の滑動促進の効果がどれ位の期間を  
 おいて現れているかをみるために、3月15日から  
 5月31日迄の間で降水があつて、然る後  $\delta > 0$  と  
 なる迄の日数とその頻度をB測点の滑動について調  
 べてみると才2表の様な結果になる。但し本表中全  
 降水についての場合降水によつて移動量が増加しな  
 かつた場合が16回あつたことになつてはいるがこのう  
 ち9回<sup>(1)</sup>は明かに降水後に移動量の変化はなかつた  
 。しかし他の7回はその降水より前の雨による滑動  
 が継続中で効果が全くないのか否かこれだけでは判  
 断出来かねる。又当日影響があらわれた場合

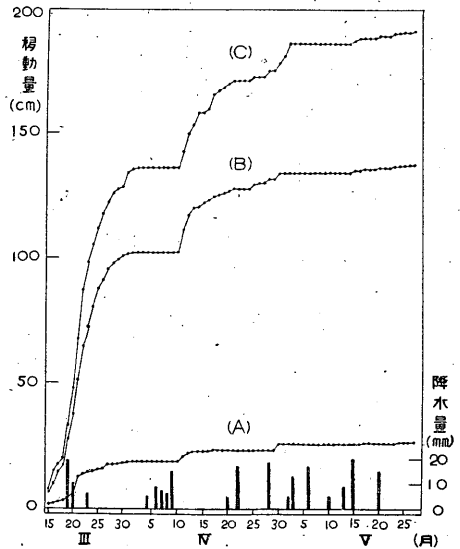
が1回あるがこれはその降水の前日から既に  
 少量降雨があつたものである。

では逆に  $\delta > 0$  となつていて、しかもその  
 前4日間に降雨がなかつた様な場合があるか  
 どうかをA, B, C3測点の平均移動量につ  
 いて調べてみると3月1日唯1回だけであつ  
 た。しかしNの日の観測ではC測点の $\delta$ だ  
 けが54mmも増加し、他の多くの測点では

$\delta > 0$  となつており、また特別な地震もなく、暖冬のため積雪もなかつたから融雪水の浸透による  
 ものとも考えられないので、あるいは観測上の間違いではないかと思われる。

要するに才2表からわかる様に10mm程度以上の降雨があれば、その場合の89%位は余りの  
 の滑動を促進しており、その効果は降雨後3日位迄に現われる場合が大部分である。そして移動量  
 の増加は殆んどすべて雨水の浸透が誘因となつてはいることがわかる。

(ii) 移動量と雨量及び経過日数との関係: 次に降水量の多少と移動量との関係をB測点の移動



才4図 郷津地送りにおける積算移動量と降水量(日量 $\geq 5$ mm)

才2表

降水量が10mm以上について		全降水について	
降水後 $\delta < 0$ までの日数	頻度	降水後 $\delta < 0$ までの日数	頻度
0	1	0	1
1	1	1	5
2	3	2	4
3	2	3	2
4	0	4	0
効果あられず	2*	効果あられず	16

\* 5月3日及び6日の降雨の場合で、降雪であつた爲浸透せず、効果がなかつたという疑は全くない。

(1) このうち1回だけは降雪だつたためではないか考えられる。

量について調べてみよう。今降水量 ( $p$ ) とこの浸透によつて促進されて起つたと考えられる。移動量の増加量 ( $\delta$ ), 3月14日よりの経過日数 ( $n$ ) を示すと才3表の通りである。この  $\delta$  と  $p$  及び  $n$  との関係が近似的に

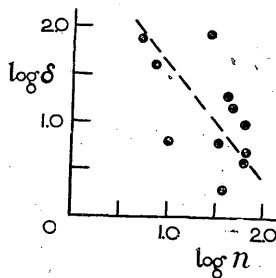
$$\delta = c_0 \cdot f(n) \cdot g(p) \quad \text{ただし } c_0 = \text{const.}$$

であらわされるとする。才3表の  $\delta$ ,  $n$  より  $\log \delta$  と  $\log n$  との関係をみると才5図の様になり、相当点はばらつくけれども近似的には  $n$  と  $\delta$  との間には

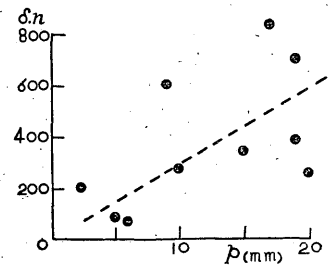
$$n \cdot \delta = \text{const.}$$

なる関係があると考へてよいようである。

次に  $p$  と  $n \cdot \delta$  との関係をみると才6図の通りになり、これまた点は相当ばらついているが巨視的には正比例的な関係があるように見える。よつて近似的に図中の点線で示したような直線関係があるとして  $\delta$ ,  $n$  及び  $p$  の関係を決めると次式のとおりになる。



才5図  $\log \delta \sim \log n$  の図



才6図  $\delta \cdot n \sim p$  の図

$$\delta = 30p/n$$

このように急性地じりの余じり期における滑動を促進する誘因としての雨水の効果はほぼその量に比例し、主じり後の経過日数に逆比例する傾向があるといえる。これは急性地じりでは日数の経過とともに滑動上層の安定度が増すためであろう。

#### § 4. 慢性地じりに及ぼす雨水の影響

新潟県東頸城郡沖見村神谷地じり (東経;  $138^{\circ}24.8'$ , 北緯;  $37^{\circ}06.1'$ ) は移動面積  $7 \times 10^5 \text{m}^2$  最高点の海拔 320 m, 最低点の海拔 100 m で、平均傾斜約  $10^{\circ}$  のゆるやかな丘陵のほとんど頂上から保倉川の小支流である平方川に向つて常時緩慢 (年間移動量約 8 m 程度) にじり出しているいわゆる慢性地じりである。この地じり地の概略の地形を示すと才7図のとおりである。

(i) 半旬間の移動量と雨量及び降雨日数との相関: 新潟県砂防課においては昭和 23 年 (1948 年) 10 月よりこの地内に 3 測線を設け、その上に立てた標柱を両側の不動地に設けた基準点よりトランシットで見とおして測角し、移動量を算出している。この地じりの日移動量は測点の位置によつてはもちろん、時季によつても異なるが 20 秒読みのトランシットによつて日移動量を観測すると、この場合観測誤差と移動量とは大体同程度と考えねばならない。しかし半旬間の移動量を観測す

るときはかなりの精度があるものと考えて取扱うことができよう。よつて才7図中のA点の半旬間の移動量とこの地より地のすぐ近くで観測された雨量との相関係を調べてみよう。

今  $i$  半旬に於ける移動量を  $D_i$ 、それより  $t$  半旬だけ前の  $(i-t)$  半旬に於ける雨量を  $P_{i-t}$  とし、それらの平均値を夫々  $D_0, P_0$  とする

$$D_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i, \quad P_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{i-t}$$

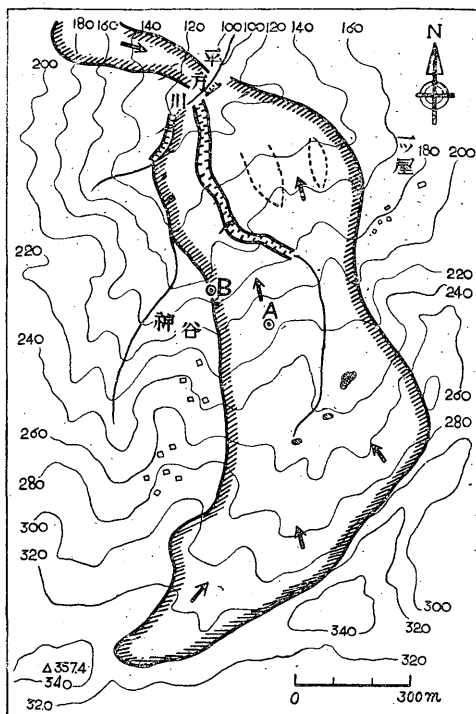
そこで  $d_i = D_i - D_0, p_{i-t} = P_{i-t} - P_0$  として  $i$  半旬に於ける移動量とそれより  $t$  半旬だけ前の降雨量との相関係数  $\gamma_t$  を次の式から求める。

$$\gamma_t = \frac{1}{n \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2} \sum_{i=1}^n d_i \cdot p_{i-t}$$

$$\text{但し } \sigma_1^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2, \quad \sigma_2^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_{i-t}^2$$

移動量の観測開始より昭和 25 年 (1950年) 6 月

迄の間の降雨期における 70 半旬の実測資料にもと



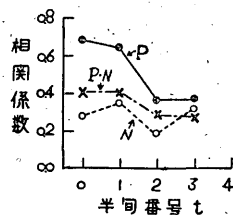
才7図 神谷地り地形図

ずいて、上式の  $t=0, 1, 2, 3$  の場合における各相関係数を計算すると才4表上欄 ( $P$ ) のような値がえられる。すなわち半旬間の移動量はそれと同半旬及び前半旬の雨量との間に相当密接な正相関があり、前々半旬以前になると急激に相関密度が減少していることがわかる。しかし移動量の変動は雨量だけでなく、その降り方や履歴にも関係するものと考えられるので、その目安として半旬間

才4表 半旬移動量と前各半旬における雨量等との相関係数

	同 半 旬	前 半 旬	前 々 半 旬	前 々 々 半 旬
雨 量 ( $P$ )	+0.68±0.04	+0.64±0.05	+0.37±0.07	+0.38±0.07
降雨日数 ( $N$ )	+0.28±0.07	+0.35±0.07	+0.19±0.08	+0.32±0.07
$P \times N$	+0.41±0.07	+0.41±0.07	+0.29±0.07	+0.28±0.08

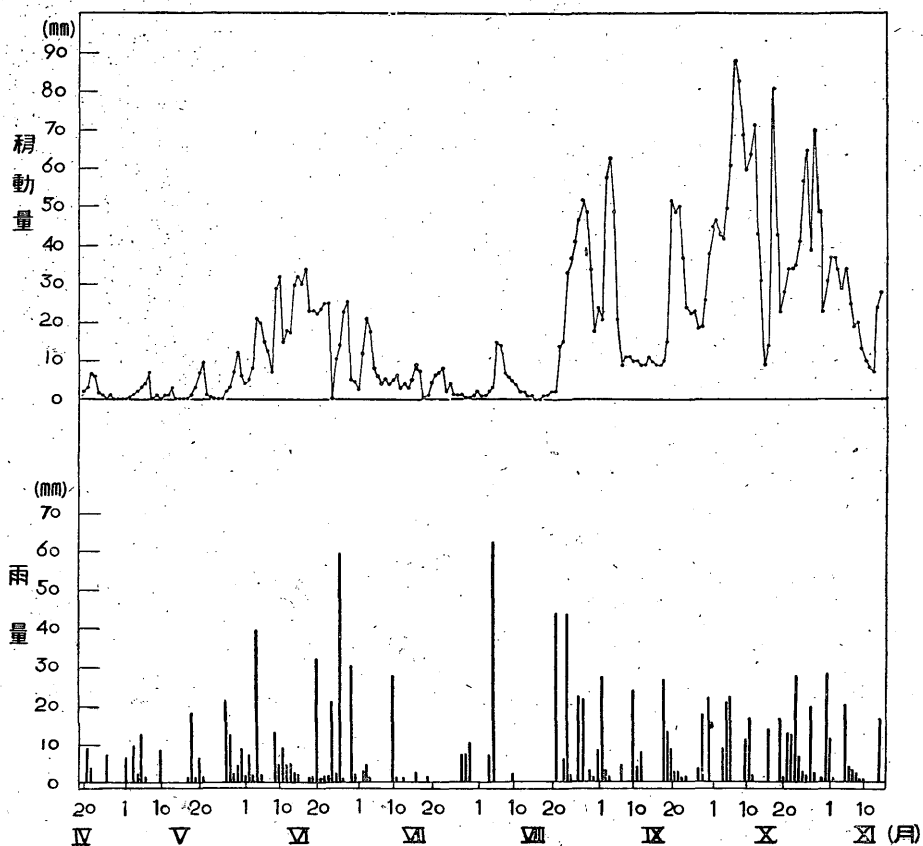
の降雨日数 ( $N$ ) 及び雨量と降雨日数との積 ( $P \times N$ ) をとり、これらと移動量との相関を同様に調べてみると才4表下欄のような値となるこれらを図示すると才8図の通りで、雨量との相関密度に比べればいずれもかなり小さくなつてゐる。しかしこれらの時間的変化



才8図 移動量と雨量等との相関の時間的変化

の様子は同じで、2 半旬以前になるとかなり関係がうすくなる傾向がうかがえる。従つて大略移動量は長くともそれより前 5 日以内位の主として雨量が関係しているように考えられる。

(ii) 日移動量に及ぼす雨水の効果：この神谷地迂りの日々の移動量は才 7 図の B 点で実測位置の 6 倍に拡大して観測される特殊移動計によつて測定されている。昭和 25 年の積雪が融消してから 1 週間後の 4 月 20 日から翌冬の降雪が始まつた前日の 11 月 14 日迄の期間におけるこの移動計による日々の観測値とこれに対応する現地の雨量とは才 9 図に示したとおり得られている<sup>(1)</sup>。



才 9 図神谷地迂りの日々の移動量と降雨量

次にこの実測結果にもとずいて坪井(忠)博士の方法<sup>2)</sup>によつて重価分布曲線を求めて各時季の移動量に及ぼす雨水の影響を調べてみよう。

今  $x$  日における移動量  $D(x)$  はそれより  $\alpha$  だけ以前の雨量  $R(x+\alpha)$  に或る係数  $\varphi(\alpha)$  を乗じ、それを  $\alpha=0$  から  $\alpha=a$  迄積分したものに等しいと考えることができる。そこで考えている全期間を  $2\pi$  にするように  $\alpha$  の単位を適当に選べば

(1) 新潟県砂防課の観測による。

(2) C. Tsuboi: A Problem of Weighted Mean. 震研彙報 19 卷 (1941)

$$D(x) = \int_0^{2\pi} R(x+\alpha) \cdot \varphi(\alpha) d\alpha$$

と表わせる。もし  $D(x)$ ,  $R(x)$  及び  $\varphi(x)$  それぞれ

$$D(x) = \sum_m A_m \cos mx + \sum_m B_m \sin mx,$$

$$R(x) = \sum_m a_m \cos mx + \sum_m b_m \sin mx,$$

$$\varphi(x) = \sum_m \alpha_m \cos mx + \sum_m \beta_m \sin mx,$$

なる Fourier 級数に展開されるものとする、坪井博士によれば観測された  $D(x)$  と  $R(x)$  から重価函数  $\varphi(x)$  の形は

$$\varphi(x) = \sum_m \frac{1}{\pi \varepsilon_m} \frac{\alpha_m A_m + b_m B_m}{\alpha_m^2 + b_m^2} \cos mx + \sum_m \frac{1}{\pi} \frac{b_m A_m - \alpha_m B_m}{\alpha_m^2 + b_m^2} \sin mx,$$

但し  $m=0$  場合  $\varepsilon_m=2$ ,  $m \geq 1$  場合  $\varepsilon_m=1$  で与えられる。

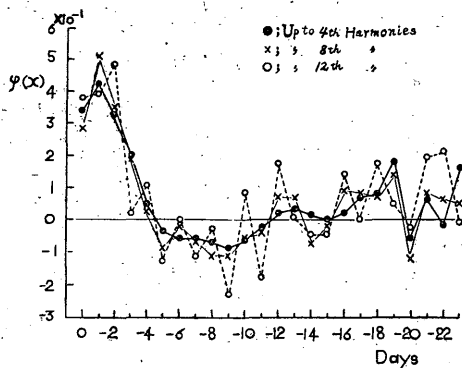
さてかかる  $\varphi(x)$  函数は結局雨の降り方やその履歴によつて変るはずと考えられるので、ただ 1 降雨期についてはあるがそのうちの色々の時季について重価分布曲線を求めてみた。即ち期線を 24 日にとつて、融雪後梅雨前、梅雨、梅雨明けより秋霖前、秋霖の冬季における 5 期間について、実測より重価分布曲線を求めて図示すると才 10 図の (a), (b), (c), (d), (e) のとおりになる。

これらの分布曲線があらゆる年の同様な時季における特性を表しているか否かは確言出来ないが、この結果だけから判ることは先ず予期されるように雨水の効果は時季によつて違う傾向がうかがわれる。即ち梅雨、秋霖等の雨季以外では大略過去 4~5 日位からの雨水の総和が移動量増加の主要な原因で、それより前の雨は大した効果を及ぼさないように考えられる。しかし梅雨季においては  $\varphi(x)$  の値は他に比較し概して小さいけれども、かなり長期間関与しているように考えられる。又秋霖季においては  $\varphi(x)$  の値はかなり変動してはいるが値は大きく、梅雨季を除く他の時季のものに比べ少し長い期間の雨が影響しているように見える。次に冬時季を通じ一般的な傾向として、移動量はそれより 1~3 日前の雨水の影響を特に強く受けていることが認められる。これは前節で述べた急激地氾りの余氾り期の滑亡に対する雨水の効果の現れる時間と同じで興味がある。

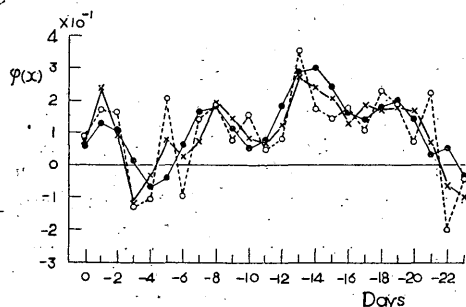
(iii) 移動量と雨量との関係: 今迄調べた通り移動量は前 1~5 日の雨水の影響を主として受けていると考えられるががいして 2 日前の重価函数の値が最大となつている場合が多いので、今 2 日前の雨量をとつて移動量との関係を調べてみる。資料も充分でないが雨量を 10 mm 毎に区切つて、それに対応する移動量の平均値を求めてみると才 11 図のようになる。両雨季に於ては移動量は大体雨量と正比例的関係があるようである。そして雨量の増加に伴う移動量の増加率は梅雨の時より秋霖季に於ける方がずっと大きい傾向があるようである。他の時季ではここに用いた資料だけではあまり規則的な関係は見出されなかつた。

## § 5. 結 言

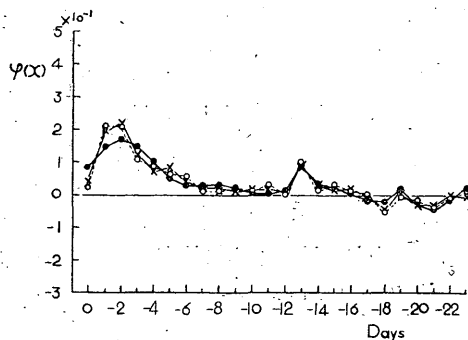




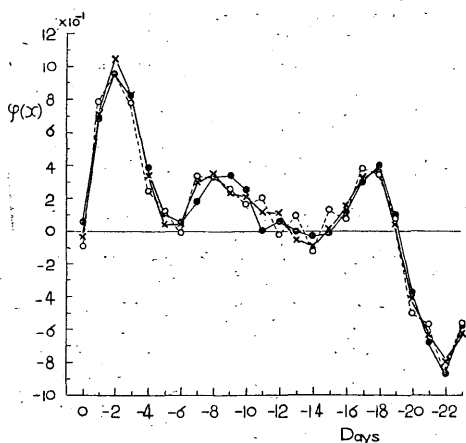
(a) Ⅶ月14日～Ⅶ月6日



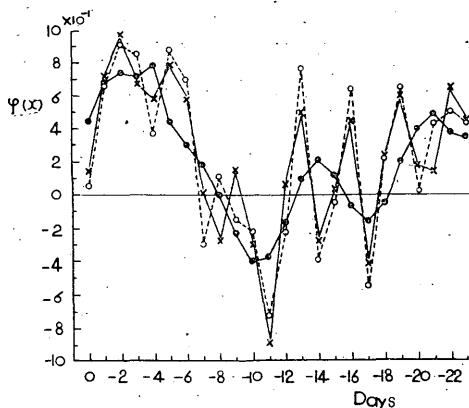
(b) Ⅶ月7日～Ⅶ月30日



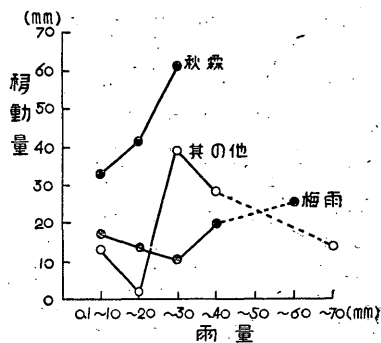
(c) Ⅶ月26日～Ⅶ月18日



(d) Ⅶ月21日～Ⅷ月13日



(e) Ⅷ月19日～Ⅷ月11日



才 11 図 移動量と雨量との関係

才 10 図 重価分布曲線

以上地じりに及ぼす雨水の影響について調べた結果を要約すると次のとおりである。

(i) 近年新潟県内に降雨期に発生した 23 箇の急性地じりの発生前 7 日間における雨量配布の様相を調べてみると、次表に見られるように発生前 2 日以内に大部分のものが降っており、地じり

$i$ (日)	0	1	2	3	4	5	6
$R_i$ (%)	31.7	22.9	14.9	5.4	9.2	12.6	4.4

の誘因としての雨水の重要性がうかがわれる。

(ii) 新潟郷津に発生した

所謂急性地じりの余じり期における移動量と降雨との関係を調べた結果、10 mm 程度以上の降雨があれば、その場合の 80% 位は土層の滑りを促進しており。その効果は降雨後 3 日位迄に現われている場合が大部分である。そして移動量の増加には殆んどすべて降雨が先行しており、降水の浸透が誘因となつていことがわかる。

(iii) 降雨とこれが誘因となつたと考えられる余じり期の移動量の増加量との関係を調べると、増加量は雨量に正比例すると共に地じり発生後の経過日数に逆比例する傾向があることが分つた。

(iv) 降雨期に於ける神谷慢性地じりの半旬移動量は同半旬及び前半旬における雨量と相当密な正相関があり、それ以前の雨量とはずつと関係がうすくなる。

然し雨の降り方やその履歴にも関係するように考えられるので、その目安として半旬間の降雨日数及び雨量と降雨日数との乗積をとつて移動量との相関を同様に調べてみると前述の雨量との相関密度は大きくないが、その時間的変化の様子は前者と全く同じである。

(v) この神谷地じりの日移動量に及ぼす雨水の効果を重価分布曲線を求めて検討した結果、(a) その影響の仕方は時季によつて異なる傾向がうかがわれる。(b) 梅雨季以外では概略 4~5 日前からの雨水の総和が移動量増加の主要な原因をなしていると考えられる。しかし梅雨季ではもつと長期の雨水が関与しているようである。(c) 一般に移動量はそれより 1 日乃至 3 日前の雨水の影響を特に強くうける。これは急性地じりの余じり地の滑りに対する雨水の時間的効果と全く同様である。

(vi) 慢性地じりの移動量と雨量との関係をうかがうために、簡単に 2 日前の雨量をとつてみると梅雨及び秋霖季においては巨視的には正比例的関係が認められる。そして雨量による移動量の増加率は秋霖季の方が大きい傾向がある。

終りにのぞみ移動量等貴重な観測資料を提供下さつた直江津保線区及び新潟県砂防課の各位の御厚位に対し深甚なる謝意を表する次第である。又温き御支援を戴いた伊藤新潟地方気象台長、資料の蒐集や現地踏査等多大なる御援助を戴いた当台観測課波多技官及び業務のかたわら計算製図に御協力下さつた広田、糸賀、前田、高見の諸君に対し衷心より御礼申上げる。 (Sept. 5, 1951)

### Effect of Rain on Landslide

A. MASATSUKA (Niigata Dist. Met. Obs.)

Many landslides in Niigata Pref. are closely related to the rain. The rain a few days before is the important secondary cause of a landslide. The amount of displacement of land which takes place after an abrupt landslide is almost proportional to the foregoing rainfall. Some other relations between rain and landslide are also described in this paper.