即ち

$$\left(C_p + \frac{K}{\alpha w}\right) \frac{dT}{T} = \frac{R}{p} dp$$

を得る。之を積分すれば

$$T^{C_p + \frac{K}{\alpha w}} p^{-R} = \text{const}$$

即ち

$$Tp^{-R/C_p + \frac{K}{\alpha w}} = \text{const}$$

になり、之を (3.9) とを比較すれば

$$\frac{1}{k} - 1 = -R/C_p + \frac{K}{\alpha w}$$

即ち

$$k = 1 \left/ 1 - \frac{R}{C_p + \frac{K}{\alpha w}} \right. = \frac{C_p + \frac{K}{\alpha w}}{C_p - R + \frac{K}{w\alpha}} = \frac{C_p + \frac{K}{\alpha w}}{C_v + \frac{K}{\alpha w}}$$

を得る。

此の場合 $K=0$ とすれば $k=C_p/C_v$ 即ち断熱変化、 α 又は w が零に近いと K が非常に大きい場合 $K=1$ になり等温変化になる。

垂直線偏倚より見た本邦近傍地殻均衡面の深さに就いて*

川 畑 幸 夫, 鮎 田 正

1. 緒 言 本邦は四面海に囲まれて居り、日本弧島其れ自身は世界中で最も著明な地震帯に沿ふて居る。そればかりで無く、和達博士に依つて発見せられた深発地震帯は本邦を伊勢灣近傍で横断する。このやうな特殊な地域に於ても亦、印度や亞米利加の如き場合と同様に地殻均衡の假説が成立するであらうかといふことは地球物理學的に見て一つの重要な研究項目である。若し假に斯くの如き機巧が成立して居るとすれば、次に其の深さは幾何かといふ問題が起るであらう。元來本邦の如き狭小な地域に於ける測定結果から、地殻均衡の問題を論議することそれ自身が、既に困難な問題であり、従つて更に進んで均衡面の深さを求めることは更に困難なことであるのは言ふ迄もない。地球物理學的に考へて見ても、均衡面といふ一つの確然たる不連続面状のものが存在するわけではない。然しともかく、在來の意義の均衡面が、深いか或は浅いかといふことは或種の地殻性状を表示してゐることには間違が無く、殊に地下に於ける歪は可成の程度迄弾性によつて支へられてゐると

* Y. Kawabata, T. Ayuda: Depth of Isostatic Compensation view from the Deflections of the Vertical in Japan. 中央氣象臺彙報。

は言へ、兩者の間にはそれ相應の相違が存在する筈である。

從來本邦に於ても均衡面の深さを求めんとする試みは若干行はれたことがある。就中熊谷博士¹⁾は海洋に於ける重力測定の結果から其の深さを 170 km と推定せられた。從來の概念に従へば非常に深いのである。著者等の一人²⁾も嘗て垂直線偏倚の立場から本問題を論じたことがあつた。然し當時は計算が充分進行してゐなかつた爲に、使用した観測材料が少く、充分に信頼することは出来ない状態であつた。其の後更に、計算を續行し若干の観測を追加することが出来たので其の結果を茲に報告して置き度いと思ふ。

2. 地形の補正 地形に因る引力補正の計算方法は前論文に詳述し置きたるを以て、茲に改めて述べる必要はない。要するに最初、先づ地表上にあらはれた山岳は比重 2.70 の單なる過剩物質として平均海面上に乗つかつて居り、又海洋の部分では比重が岩石と海水の密度差 $2.70 - 1.03 = 1.67$ に相當する缺損物質が存在すると考へて観測點から周圍 936 km の範圍内にある地形に基く引力を子午線成分及び平行圈成分の各々について計算し、之れを垂直線偏倚に換算して實測値を補正するのである。従つて斯くして補正せる垂直線偏倚は観測點を中心として海面高零なる平原が涯しもなく擴がつて居り、且つ地下の密度が一定なるものと考へた場合に、實測せらるべき偏倚量を示すのである。地下に於ける密度が此の假定の通り一定であるならば地形補正をなせる垂直線偏倚は偶然的分布をなすべき筈であり、又若し、補正し過ぎた結果となれば、地殻は均衡の状態にあると推定せられる。ベクトルの如く見做した此の殘存偏倚量と地形との相關程度は同時に又均衡状態の良否を判斷する目安を與へる筈である。計算の手順を極くざつと説明すれば次の通りである。(記號其の他すべて前論文を参照せられ度い)。

地形に因つて、観測點を通る鉛直線は

$$\delta A_{h_0}' = \delta A_{h_0} / \sqrt{1 + \frac{h_0}{R} + \frac{h_0^2}{R^2}} \quad (1)$$

なる水平引力を受ける。但し $\delta A_{h_0}'$ は

$$\begin{aligned} \delta A_{h_0}' &= f \frac{R^2 \rho_0 \cos \frac{\alpha}{2} d\omega}{D^2} h_0 \\ &\approx f \rho_0 h_0 (\sin \beta_k - \sin \beta_l) \left(\log \frac{a_k}{a_l} - \frac{5}{48} \frac{a_k^2 - a_l^2}{R^2} \right) \quad (2) \end{aligned}$$

第 1 圖

1) Rep. Imp. Jap. Geod. Comm. No. XI.

2) 天文月報, 第 33 卷第 7, 8, 9, 10 號, 第 34 卷第 5, 6, 7 號.

で表される。引力を垂直線偏倚に換算するには單に ρ''/g ($\rho''=206265''$, g =重力加速度) をかければよい。

計算の便宜のため、觀測點を中心として全地域を第2圖の如く分割する。方向線は $\sin \beta_k - \sin \beta_l$ が恰度 0.25 となるように引いてあり、又同心圓の半径は (2) の最後の項 $\log \frac{a_k}{a_l} - \frac{5}{48} \frac{a_k^2 - a_l^2}{R^2}$ が 0.5263 となるように分けてある。このように分割すると觀測點が海面高零の高さにあるときは (2) は陸地の各分割に對しては

$$\delta A_{h_0}' = \pm 0''.0050 h_0 \quad (h_0 \text{ は米突單位})$$

となる。觀測點の周圍の全面積に對する補正は、此等を總和すればよい。

$$\sum \delta A_{h_0}' = \pm 0''.0050 \sum h_0 \quad (3)_1$$

h_0 は各分割内の平均高度 (米) であつて、(3) の符號は原方向の存在する半面側が正で他面が負である。(3) を (2) に代入すれば全地域の補正偏倚量が得られる。

海洋部分の引力も全く同様にして求められる。即ち海水の比重を 1.03 岩石の平均比重を 2.70 とし、結局 $2.70 - 1.03$ なる比重の缺損物質があるとすれば

$$\sum \delta A_{h_0}' = \mp 0''.0031 \sum h_0 \quad (3)_2$$

此の場合 h_0 は該分割の平均水深 (米) である。

地殻の平均比重を 2.70 とすることは此の種の研究に於て凡そ容認せられたる處なるも、尙ほ疑念ある方もあらうかと考へる。然し乍らそれは (1), (2) 式に於て見らるゝ如く、 ρ_0 は單に一次の係數としてかゝつて居るだけであり、從つて (3)₁, (3)₂ に於ける $0''.0050$, $0''.0031$ なる値を單に多少變更するだけにすぎない。例へば平均密度を 3.50 とすれば $0''.0050$ なる係數は $0''.0065$ となるだけである。一方に於て次の第1表よりも推定せらるゝ如く、地形の補正は觀測點の極く近傍では極めて小さく、遠方の地形が大きく影響する。これは陸地の平均高度が 1000 米ともなることは極めて稀であるが、海の平均の深さは通常數千米に及ぶからである。從つて大體に於て——多少の變化はあるが—— ρ_0 を多少變更しても後に述べる第3圖に於ける矢印の方向は殆んど變らず、其の大きさのみが伸縮する丈けの結果となり、吾々の將來の論議には何等不都合を來すことはないのである。

觀測點が平均海面上若干の高さ H_0 (米) にある場合には、其のために更に又上式に若干の修正を要する。此の修正を行ひ且つ微小な項は省略すれば結局

第 2 圖

観測點：養安寺臺 (1892 水路部測定)

第 1 表 地形の補正例

$\varphi_a = 35^{\circ}33'$, $\lambda_a = 140^{\circ}20'$, $H_a = 81$ m, $\xi = +4''$.90, $\eta \sec \varphi = -23''$.60,
 整約せる偏倚 ξ 成分 $= +15''$.21, η 成分 $= -24''$.93

ξ-成分

方向角	0°0'	14°30'	30°00'	48°35'	90°00'	131°25'	150°00'	165°30'	180°00'	194°30'	210°00'	228°35'	270°00'	311°25'	330°00'	345°30'	360°00'	計
中心距離	km	0.21~0.35	0.35~0.59	0.59~1.00	1.0~1.7	1.7~2.9	2.9~4.9	4.9~8.2	8.2~13.9	13.9~23.5	23.5~39.8	39.8~67.4	67.4~112.7	112.7~193	193~327	327~553	553~938	計
		-0.031	-0.019	-0.030	-0.019	-0.016	-0.016	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	+0.004
		-0.029	-0.023	-0.023	-0.017	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.033
		-0.031	-0.032	-0.017	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.104
		-0.034	-0.022	-0.016	-0.012	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.091
		-0.021	-0.024	-0.020	-0.012	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.088
		-0.021	-0.024	-0.027	-0.018	-0.012	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.177
		-0.021	-0.019	-0.021	-0.008	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.077
		-0.017	-0.021	-0.021	-0.007	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.016
		-0.005	-0.009	-0.007	-0.002	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.015
		-0.005	-0.010	-0.013	-0.002	-0.012	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.038
		-0.000	-0.000	-0.003	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.038
		-0.013	-0.013	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.038
		-0.180	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.038
		-0.177	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.038
		-0.048	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.038
		-0.805	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.387	-0.038
計																		-27.359

η-成分

方向角	0°0'	14°30'	30°00'	48°35'	90°00'	131°25'	150°00'	165°30'	180°00'	194°30'	210°00'	228°35'	270°00'	311°25'	330°00'	345°30'	360°00'	計
中心距離	km	0.21~0.35	0.35~0.59	0.59~1.00	1.0~1.7	1.7~2.9	2.9~4.9	4.9~8.2	8.2~13.9	13.9~23.5	23.5~39.8	39.8~67.4	67.4~112.7	112.7~193	193~327	327~553	553~938	計
		-0.019	-0.013	-0.016	-0.017	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	+0.035
		-0.013	-0.016	-0.020	-0.018	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	+0.107
		-0.018	-0.017	-0.012	-0.008	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	+0.138
		-0.005	-0.032	-0.006	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	+0.104
		-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	+0.136
		-0.005	-0.005	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	+0.159
		-0.005	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	+0.145
		-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	+0.102
		-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	+0.094
		-0.009	-0.012	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	+0.116
		-0.030	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	+0.156
		-0.464	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	-0.619	+2.979
		-1.657	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	+1.435
		-1.657	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	-1.414	+1.435
		-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	-1.622	+2.036
		-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	-1.878	+1.674
		-7.629	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	-7.674	+1.788
計																		+47.086

$$47''.086 \times \cos \varphi = 38''.31, \quad \theta = \sqrt{12.15^2 + 13.38^2} = 18.1, \quad \alpha = \tan^{-1} \frac{+12.15}{-13.38} = -45^{\circ}$$

$$\sum \Delta h_0 = \sum \left[\frac{h_0 - H_0}{\sqrt{1 + \frac{h_0 - H_0}{a^2}}} + \frac{H_0}{\sqrt{1 + \frac{H_0^2}{a^2}}} \right] \frac{1}{h_0} \quad (4)$$

となる。(4)の括弧内は豫め圖表としておくことが出来る。 h_0 は既述の如く、各區劃に對する平均海拔或は水深であつて、地形圖、海圖を用ひて適當な經緯度の網目を作り各交叉點の値を讀取つて其の平均をとるのである。これが實際上最も繁雜な仕事である。各分劃内に少くとも10個位は交叉點が含まれるように、觀測點からの距離に應じて豫め作製せる圖を用ひた。即ち1/5萬地形圖並に觀測點附近の成可く詳細な海圖から、經緯度各々15''隔きの網目を作り、それで $a=1.7 \sim 4.9$ km迄の範圍を補正する。同様30''隔きの讀取によつて $a=8.2$ km迄、各1'毎の交叉點に其の中央點の平均高によつて13.9 km迄を補正する。次に全國の1/5萬地形圖及び適當な海圖を撰び各1'隔きの交叉點の高さを讀取り、それを1/20萬等距投影圖上に轉記し、それに基いて39.8 km迄を補正する。同様な手段によつて、1/100萬等距投影圖上に轉寫せる補正用圖を作つて、193 km迄、1/1000萬補正用圖によつて936 km迄補正する。觀測點の極く近傍は寫眞引伸ばしにより、同様な原理で補正し全地域の補正值を算出した。

一區劃中に海と陸が共存するような場合、其の他種々特殊な場合に於ける詳細は前論文を参照せられたい。地形の補正をなすべき地域はどれ位の範圍まで及べばよいかといふことは難かしい問題であるが、東に太平洋、西に日本海を有する日本のやうな場合であると、1000 kmより遠方の地形は日本内地の各觀測點に對し殆んど一定の引力を與へることが實際上知られる(若干の點について吾々は1500 kmまで補正して比較してみた)。従つて1000 km以上は全體に常數を加へさへすればよいやうな結果となり、而も太平洋の方が深いから1000 kmまで補正しさへすれば吾々の將來の論議や結論は質的に何等の變更を受けないのである。

一例として、觀測點養安寺臺に對する地形補正の計算を掲げる(第1表)。實測せる垂直線偏倚は、其の儘では原點に於ける垂直線偏倚を含む。換言すれば採用せる準據橢圓體は本邦のゼオイドと多少の傾斜を有するのである。此の傾斜を修正し、本邦に於けるゼオイドに最もよく適合する様な位置に置かれた準據橢圓體に對する垂直線偏倚を求めるには原點に於ける垂直線偏倚量 ξ_0, η_0 を誤差方程式

$$a\xi_0 + b\eta_0 = l_1, \quad a'\xi_0 + b'\eta_0 = l_2$$

より求め、各觀測方程式に對する剩餘を算出すればよいのである。 l_1, l_2 は實測垂直線偏倚量で、又 a, b, a', b' 等は前論文の附表を用ひる。

前論文發表以後文部省測地學委員會に於ては、更に下記9點に於て精密な測定を実施せられた。

第 2 表

観測点	89* 高 聳 山	89** 朝 日 山	109* 島 星 山	38* 男 和 佐 羅 比 山	40* 十二神山	46* 麓 峰 嶽	99* 尾本宮山	108* 高 根 山	120* 朝 熊 山
位置 $\left\{ \begin{array}{l} \varphi \\ \lambda \end{array} \right.$	35°31' 134 15	35°31' 132 59	34°59' 132 14	40°03' 141 46	39°32' 141 59	38°34' 141 10	35°20' 136 59	35°03' 136 57	34°28' 136 46
ξ η	-19.13 +15.21	-14.97 +11.46	-16.48 +16.04	-20.83 -13.08	-14.11 -13.19	-11.07 + 5.45	- 7.94 +21.70	-11.50 +20.69	-16.60 +18.97

以上 9 點に對する観測方程式は次の如くなる.

$$\begin{array}{ll}
 38^* & 0.996\xi_0 - 0.021\eta_0 + 20.83 = 0 \quad + 0.022\xi_0 + 0.997\eta_0 + 13.08 = 0 \\
 40^* & 0.996'' - 0.023'' + 14.11 = 0 \quad + 0.024'' + 0.997'' + 13.19 = 0 \\
 46^* & 0.996'' - 0.015'' + 11.07 = 0 \quad + 0.015'' + 0.998'' - 5.45 = 0 \\
 89^* & 0.994'' + 0.056'' + 19.13 = 0 \quad - 0.055'' + 0.998'' + 15.57 = 0 \\
 89^{**} & 0.993'' + 0.069'' + 14.97 = 0 \quad - 0.069'' + 0.998'' + 12.18 = 0 \\
 99^* & 0.996'' + 0.029'' + 7.94 = 0 \quad - 0.028'' + 1.000'' - 21.70 = 0 \\
 108^* & 0.996'' + 0.029'' + 11.50 = 0 \quad - 0.028'' + 1.000'' - 20.69 = 0 \\
 109^* & 0.992'' + 0.077'' + 16.48 = 0 \quad - 0.076'' + 0.997'' - 13.50 = 0 \\
 120^* & 0.997'' + 0.030'' + 16.60 = 0 \quad - 0.029'' + 0.999'' - 18.97 = 0
 \end{array}$$

此の 18 個の観測方程式を前論文の観測方程式に補足して Normal equation

$$12.699\xi_0 + 2.22\eta_0 = -1297''.04, \quad 2.22\xi_0 + 113.72\eta_0 = +635''.89$$

を解けば

$$\xi_0 = -10''.31, \quad \eta_0 = +5''.79 \quad (5)$$

となり, 前に求めた値と殆んど大差は無いが, 以下此の (5) を用ひて各観測方程式から剩餘を算出する.

斯くて全國に成るべく観測點が平等に分布するように 26 點を撰んで地形の補正を行つた結果が第 3 表である. 第一行の ξ, η は上記の各観測方程式の剩餘として求められた偏倚量で, 第二行はトポグラフィーの補正量, 第三行 ξ', η' は上記二量の和で, 即ち地形の補正をなせる偏倚量である.

第 3 表

観 測 点	38* 男和佐羅比山	40 赤 山	40* 十二神山	44 飯 盛 山	46* 麓 峰 嶽	47 栗 島	48 松 ケ 崎
位 置 $\left\{ \begin{array}{l} \varphi \\ \lambda \end{array} \right.$	40°03' 141 46	39°40' 140 04	39°32' 141 59	38°54' 139 49	38°34' 141 10	38°27' 139 14	37°57' 139 08
ξ	-10.44	- 2.01	- 3.71	- 5.19	- 0.71	- 4.05	- 6.16
地形補正 ..	- 2.26	+ 1.64	-15.32	+ 5.67	-10.65	+ 8.97	+ 7.39
ξ'	-12.70	- 0.37	-19.03	+ 0.48	-11.36	+ 4.92	+ 1.23
η	-18.62	+18.05	-18.71	+16.83	- 0.18	+11.41	+14.32
地形補正 ..	+33.15	- 1.90	+37.23	+ 0.50	+27.87	- 0.73	- 0.52
η'	+14.53	+16.15	+18.52	+17.33	+27.69	+10.68	+14.84
θ	19.3	16.2	26.6	17.4	30.0	11.7	14.9
α	-49°	-89°	-44°	-92°	-68°	-115°	-95°

觀測點	50 松川崎	54 緑剛岬	55 名倉山	57 大瀧根山	59 坂戸山	60 七尾	63 須坂
位置 $\left\{ \begin{array}{l} \varphi \\ \lambda \end{array} \right.$	37°49' 140 59	37°32' 137 19	37°31' 140 02	37°21' 140 43	37°04' 138 54	37°03' 136 58	36°41' 138 18
ξ	+ 2.25	- 5.77	- 4.11	+ 4.43	-14.33	- 8.37	- 9.02
地形補正 ..	-10.76	+15.19	- 9.42	-14.68	+12.24	+13.42	+ 8.62
ξ'	- 8.51	+ 9.42	-13.53	-10.25	- 2.09	- 50.5	- 0.40
η	-17.88	+21.57	+11.59	-19.29	+21.00	+ 6.99	+13.14
地形補正 ..	+32.75	+ 5.06	+21.48	+32.20	- 1.14	- 0.36	+ 2.65
η'	+14.87	+26.63	+33.07	+12.91	+22.14	+ 6.63	+15.79
θ	17.1	33.9	35.9	16.5	22.2	8.33	15.8
α	-61°	-52°	-68°	-52°	-85°	-127°	-89°
觀測點	65 宇都宮	70 霧ヶ峰	77 鹽崎村	78 三鷹	83 田君谷山	84 養安寺臺	87 長尾鼻
位置 $\left\{ \begin{array}{l} \varphi \\ \lambda \end{array} \right.$	36°34' 139 53	36°03' 138 03	35°40' 138 30	35°40' 139 33	35°35' 134 27	35°33' 140 20	35°32' 134 0
ξ	+ 1.99	- 8.11	+ 6.19	+ 9.96	- 9.56	+15.21	-10.19
地形補正 ..	-19.92	+ 4.87	-24.20	-21.86	+12.09	-27.36	+10.04
ξ'	-17.93	-12.98	-18.01	-11.87	+ 2.53	-12.15	- 0.15
η	- 5.24	+ 7.13	- 2.83	-11.82	+ 8.97	-24.93	+ 8.60
地形補正 ..	+26.46	+10.45	+16.25	+28.61	+ 4.29	+38.31	+ 5.06
η'	+21.22	+17.58	+13.42	+16.79	+13.26	+13.38	+13.66
θ	27.8	21.8	22.5	20.5	13.5	18.1	13.7
α	-50°	-54°	-37°	-55°	-101°	-45°	-89°
觀測點	89* 朝日山	99* 尾本宮山	108* 高根山	109* 島星山	120* 朝熊山		
位置 $\left\{ \begin{array}{l} \varphi \\ \lambda \end{array} \right.$	35°31' 132 59	35°20' 136 59	35°03' 136 57	34°59' 132 14	34°28' 136 46		
ξ	- 5.13	+ 2.16	- 1.40	- 6.70	- 6.49		
地形補正 ..	+ 8.49	-20.63	-23.85	+ 7.50	-29.73		
ξ'	+ 3.36	-18.47	-25.25	+ 0.80	-36.22		
η	-18.67	+15.62	+14.61	-20.05	-12.89		
地形補正 ..	+ 2.13	- 2.11	+ 6.22	+ 0.25	+13.93		
η'	-16.54	+17.73	+20.83	-19.80	+ 1.04		
θ	16.9	25.6	32.7	19.8	36.2		
α	+102°	-44°	-40°	+92°	-2°		

θ は $\sqrt{\xi'^2 + \eta'^2}$ を表し、最後の行の α は $\alpha = \tan^{-1} \frac{\eta'}{\xi'}$ で表される量で、偏倚量が何れの方角を向くかを示すものである。

本表に依れば、吾々は地形の影響を今迄考へ來つたような假定に基いて補正せる垂直線偏倚は、極めて顯著な系統差を有することを知らることが出来る。

夫れをもつと解り易くする爲に試に圖に表したものが第 3 圖である。圖に於ける矢印の向きは、天文學的天頂が測地學的天頂に對し矢の方向に偏れてゐることを示すもので、通常の如く、錘を吊り下げた場合として考へるならば、該錘の下端が矢と反對の方向に引かれてゐることを意味

し、又矢の長さは偏れの大きさ θ を代表する。之を換言すれば本州各地は概して、太平洋の方向から強い引力を受けてゐるのである。

第 3 圖

元來著者等が此處に試みた地形補正の意味は何であつたかと言ふに、既述せる如く海面より高い陸地は平均比重 2.70 の過剰質量として單に地表上に乗つかつてゐると考へて其の引力を差引き、又海水の部分は、平均比重 1.67 の缺損質量が海の表面から海底面まで存在すると考へ、其の引力を補填したのである。即ち觀測點の周圍 1000 km の遠方迄山も谷も無く、又海もなく、一望の平原が遠く連り、且つ又地下の構造は一樣で密度は何處でも一定と考へた場合に觀測さるべき偏倚量を求めることに他ならなかつた。若し此の假定がよく事實に近いならば、換言すれば地下構造が眞實一樣で、地殻内密度は地心を中心として橢圓層狀に分布し、日本海より遙か日本海溝に及ぶ全地域に於て、水平の方向には少しも不規則な分布が存在しないならば、地形の影響を補正した垂直線偏倚即ち第 3 圖の偏倚量は向きに於ても大きさに於ても不規則な偶然的分布をなすか或は全く零となるべき性質を有してゐる筈である。然るに事實は之に反して、常に太平洋の方向から引き付けられる様な引力が残留するのである。此の事實は極めて重要な事柄であつて、確かに本州太平洋方面の海底物質は日本海方面の海底物質に比較して相對的に密度が大なることを示すものである。翻つて、太平洋の深さは一般に日本海の深さよりも、概して深きに想到すれば地殻均衡説に述べられて居るような機巧が、ともかく本邦の近傍に於ても亦成立して居ると推論することが出来る。然し乍ら斯くの如き機巧を考へることに依つて、どの程度まで正しく事實を説明することが出来るか、之を諸外國、例へば印度、アメリカ等の場合に較べて、尙一層よく成立して居るか、或は其の反對であるかといふような事は此處では今は何も解らない。然し何れにしても本邦近傍に於ても、斯くの如き機巧が成立してゐること丈は確かである。

3. 均衡面の深さの決定

そこで當然次に問題となるのは、然らば均衡面の深さは幾ら位であらうかといふことである。それが深いと浅いとでは地殻内比重分布に自ら輕重があるべき筈である。更に進んで問題となるのは、斯くして求められた均衡面の深さに相當する補正を計算し所謂均衡補正を第 3 圖に加へたならばどのような剩餘が残るであらうかといふことである。次に此等の問題を若干調べてみよう。

今概念を出来る丈單純にして置く爲に地表附近の過剰或は缺損質量は平均海面から此の均衡面迄

一様に分布するものとし、且つ又均衡面の深さは場所に關せず一定なものと考へる。即ち第4圖に於て、平均海面から、深さ T までの間に分布せしめるべき補償物質の密度は單に h_0 なる地形のみに依つて定まり、當該地殻柱内では深さに無關係に海面附近でも、

第 4 圖

深さ T の附近でも同一であるとする。斯くすれば、均衡の補正は

(4) と全く同様にして

$$\Sigma \div \left[\frac{T+H_0}{\sqrt{1+\left(\frac{T+H_0}{a}\right)^2}} + \frac{H_0}{\sqrt{1+\left(\frac{H_0}{a}\right)^2}} \right] \quad (6)$$

となる。補償が海面から始まるとする假定は、實は嚴密では無く、

實際海底の場合の如きに於ては海底面から始まるとすべきではあるが、實際に於ては T は山の高さ或は海の深さに較べれば非常に大きいと考へられるから、此のような假定に立脚して計算しても、結果に於て大なる誤差を生ずるとは考へられない。

そこで今 T を順次に 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 240, 320 km として上式で補正を計算し、其の剩餘を求めてみると第4表の如くなる。今 ξ は η に較べて、測定精度がずつとよいことを考慮し、 ξ のみを用ひ、普通の最小自乗法に於けるが如く、 vv の總和 $[vv]$ が最小となる深さを以

第 4 表

第3表より	38* 男和佐羅比山 $\xi' = -12''.70$			40 赤 山 $\xi' = -0''.37$			40* 十二神山 $\xi' = -19''.03$			44 飯盛山 $\xi' = +0''.48$		
T km	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv
20	+4.44	-8.26	68.23	-1.51	-1.88	3.53	+16.45	-2.58	6.66	-5.32	-4.87	23.72
40	+5.33	-7.40	54.76	-1.46	-1.83	3.35	+15.62	-3.41	11.63	-4.82	-4.34	18.84
60	+5.88	-6.82	46.51	-1.26	-1.63	2.66	+15.12	-3.91	15.29	-4.27	-3.79	14.36
80	+6.28	-6.42	41.22	-1.04	-1.41	1.99	+14.71	-4.32	18.66	-3.75	-3.27	10.69
100	+6.58	-6.12	37.45	-0.79	-1.16	1.35	+14.35	-4.68	21.90	-3.26	-2.78	7.73
120	+6.74	-5.96	35.52	-0.53	-0.90	0.81	+14.02	-5.01	25.10	-2.83	-2.35	5.52
140	+6.84	-5.86	34.34	-0.28	-0.65	0.42	+13.80	-5.23	27.35	-2.43	-1.95	3.80
160	+6.90	-5.80	33.64	-0.05	-0.42	0.18	+13.40	-5.63	31.70	-2.07	-1.59	2.53
240	+6.87	-5.83	33.99	-0.73	-0.10	0.01	+12.24	-6.79	46.10	-0.93	-0.45	0.20
320	+6.59	-6.11	37.33	-1.25	-1.62	2.62	+11.20	-7.83	61.31	-0.16	+0.32	0.10

第3表より	46* 筧峰嶽 $\xi' = +11''.36$			47 粟 島 $\xi' = +4''.92$			48 松ヶ崎 $\xi' = +1''.23$			50 松川崎 $\xi' = -8''.51$		
T km	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv
20	+10.89	-0.47	0.22	-8.90	-3.98	15.84	-6.79	-5.56	30.91	+11.11	+2.60	6.76
40	+10.48	-0.88	0.77	-8.09	-3.17	10.05	-6.06	-4.83	23.33	+11.29	+2.78	7.73
60	+10.16	-1.20	1.44	-7.36	-2.44	5.95	-5.33	-4.10	16.81	+11.32	+2.81	7.90
80	+9.88	-1.48	2.19	-6.69	-1.77	3.13	-4.66	-3.43	11.76	+11.26	+2.75	7.56
100	+9.62	-1.74	3.08	-6.07	-1.15	1.32	-4.04	-2.81	7.90	+11.14	+2.63	6.92
120	+9.39	-1.97	3.88	-5.50	-0.58	0.34	-3.49	-2.26	5.11	+10.99	+2.48	6.15
140	+9.18	-2.18	4.75	-4.97	-0.05	0.00	-2.99	-1.76	3.10	+10.82	+2.31	5.34
160	+8.98	-2.38	5.66	-4.49	+0.43	0.18	-2.55	-1.32	1.74	+10.65	+2.14	4.58
240	+8.27	-3.09	9.55	-2.95	+1.97	3.88	-1.18	-0.05	0.60	+9.86	+1.35	1.82
320	+7.67	-3.69	13.62	-1.88	+3.04	9.24	-0.30	-0.93	0.86	+9.10	+0.59	0.35

第3表より	54 緑剛岬 $\xi' = +9''.42$			55 名倉山 $\xi' = -13''.53$			57 大瀧根山 $\xi' = -10''.25$			59 坂戸山 $\xi' = -2''.09$		
T km	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	-13.00	-3.58	12.82	+9.28	-4.25	18.06	+15.75	+5.50	30.25	-8.22	-10.31	106.30
60	-12.93	-3.51	12.32	+8.80	-4.73	22.37	+14.75	+4.50	20.25	-5.33	-7.42	55.06
80	-12.11	-2.69	7.24	+8.60	-4.93	24.30	+14.25	+4.00	16.00	-3.53	-5.62	31.58
100	-11.27	-1.85	3.42	+8.51	-5.02	25.20	+13.83	+3.58	12.82	-2.23	-4.32	18.66
120	-10.45	-1.03	1.06	+8.46	-5.07	25.70	+13.46	+3.21	10.30	-1.26	-3.35	11.22
140	-9.67	-0.25	0.06	+8.39	-5.14	26.42	+13.09	+2.84	8.07	-0.48	-2.57	6.60
160	-9.04	+0.38	0.14	+8.33	-5.20	27.04	+12.75	+2.50	6.25	+0.15	-1.94	3.76
180	-8.27	+1.15	1.32	+8.26	-5.27	27.77	+12.41	+2.16	4.67	+0.68	-1.41	1.99
240	-6.47	+2.95	8.70	+7.93	-5.60	31.36	+11.36	+1.11	1.23	+2.08	-0.01	0.00
320	-4.57	+4.85	23.52	+7.54	-5.99	35.88	+10.12	-0.13	0.02	+2.77	+0.68	0.46
第3表より	60 七尾 $\xi' = +5''.05$			63 須坂 $\xi' = -0''.40$			65 宇都宮 $\xi' = -17''.92$			70 霧ヶ峰 $\xi' = -12''.98$		
T km	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv
20	-12.22	-7.17	51.41	-6.87	-7.27	52.85	+18.78	+0.86	0.74	+7.33	-5.65	31.92
40	-11.51	-6.46	41.73	-5.38	-5.78	33.41	+17.40	-0.52	0.27	+7.34	-5.64	37.81
60	-10.73	-5.68	32.26	-4.40	-4.80	23.04	+16.34	-1.58	2.50	+7.46	-5.52	30.47
80	-9.91	-4.86	23.62	-3.21	-3.61	13.03	+15.47	-2.45	6.00	+7.55	-5.43	29.48
100	-9.11	-4.06	16.48	-2.37	-2.77	7.67	+14.75	-3.17	10.05	+7.58	-5.40	29.16
120	-8.34	-3.29	10.82	-1.65	-2.05	4.20	+14.13	-3.79	14.36	+7.57	-5.41	29.27
140	-7.64	-2.59	6.71	-1.05	-1.45	2.10	+13.59	-4.33	18.75	+7.53	-5.45	29.70
160	-6.98	-1.93	3.72	-0.55	-0.95	0.90	+13.10	-4.82	23.23	+7.47	-5.51	30.36
240	-4.11	+0.94	0.88	+0.82	+0.42	0.18	+11.51	-6.41	41.09	+6.10	-6.88	47.33
320	-3.67	+1.38	1.90	+1.53	+1.13	1.28	+10.27	-7.65	58.52	+6.65	-6.33	40.07
第3表より	77 鹽崎村 $\xi' = -18''.01$			78 三鷹 $\xi' = -11''.87$			田君谷山 $\xi' = +2''.53$			養安寺臺 $\xi' = -12''.15$		
T km	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv
20	+21.57	+3.56	12.67	+21.69	+9.82	96.43	-8.59	-6.06	36.72	+26.92	-14.77	218.15
40	+19.51	+1.50	2.25	+21.21	+9.34	87.24	-6.12	-3.59	12.89	+26.19	-14.04	197.12
60	+18.23	+0.22	0.05	+20.62	+8.75	76.56	-4.42	-1.89	3.57	+25.36	-13.21	174.50
80	+17.21	-0.80	0.64	+19.98	+8.11	65.77	-2.97	-0.44	0.19	+24.47	-12.32	151.78
100	+16.38	-1.63	2.66	+19.32	+7.45	55.50	-2.32	+0.21	0.04	+23.56	-11.41	130.19
120	+15.64	-2.37	5.62	+18.67	+6.80	46.24	-1.59	+0.94	0.88	+22.68	-10.53	110.88
140	+14.98	-3.03	9.18	+18.05	+6.18	38.19	-1.00	+1.53	2.34	+21.83	-9.68	93.70
160	+14.39	-3.62	13.10	+17.44	+5.57	31.02	-0.49	+2.04	4.16	+21.02	-8.87	78.68
240	+11.60	-6.41	41.09	+15.30	+3.43	11.76	-0.85	+1.68	2.82	+18.22	-6.07	36.84
320	+10.56	-7.45	41.60	+13.55	+1.68	2.82	-1.51	+1.02	1.04	+16.01	-3.86	14.90
第3表より	87 長尾鼻 $\xi' = -0''.15$			89** 朝日山 $\xi' = +3''.36$			99* 尾本宮山 $\xi' = -18''.47$			108* 高根山 $\xi' = -25''.25$		
T km	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv	均衡補正	v	vv
20	-7.54	-7.69	59.14	-7.83	-4.47	19.98	+20.42	+1.95	3.80	+23.70	-1.55	2.40
40	-5.59	-5.74	32.95	-6.62	-3.26	10.63	+19.19	+0.72	0.52	+22.90	-2.26	5.11
60	-4.23	-4.38	19.18	-5.63	-2.27	5.15	+18.18	-0.29	0.08	+22.19	-3.06	9.36
80	-3.20	-3.35	11.22	-4.81	-1.45	2.10	+17.30	-1.17	1.37	+21.36	-3.89	15.13
100	-2.79	-2.94	8.64	-4.07	-0.71	0.50	+16.51	-1.96	3.84	+20.55	-4.70	22.09
120	-1.72	-1.87	3.50	-3.49	-0.13	0.02	+15.79	-2.68	7.18	+19.77	-5.48	30.03
140	-1.16	-1.31	1.72	-2.96	+0.40	0.16	+15.15	-3.32	11.02	+19.02	-6.23	38.81
160	-0.68	-0.83	0.69	-2.49	+0.87	0.76	+14.56	-3.91	15.29	+18.32	-6.93	48.02
240	+0.65	+0.50	0.25	-1.08	+2.28	5.20	+12.63	-5.84	23.43	+15.89	-9.36	87.60
320	+1.41	+1.26	1.59	-0.19	+3.17	10.05	+11.15	-7.32	53.53	+13.98	-11.27	105.47

第 3 表より	109* 島 星 山 $\xi' = +0''.80$			120* 朝 熊 山 $\xi' = -36''.22$		
	均 衡 補 正	v	vv	均 衡 補 正	v	vv
T km						
20	-5.04	-4.24	17.98	+32.80	-3.42	11.70
40	-3.32	-2.52	6.35	+31.42	-4.80	23.04
60	-2.24	-1.44	2.07	+30.20	-6.02	36.24
80	-1.46	-0.66	0.44	+29.01	-7.21	51.98
100	-0.86	-0.06	0.00	+27.85	-8.37	70.06
120	-0.36	+0.44	0.19	+26.74	-9.48	89.87
140	+1.06	+1.86	3.46	+25.68	-10.54	111.09
160	-0.17	+0.63	0.40	+24.69	-11.53	132.94
240	+1.46	+2.26	5.11	+21.26	-14.96	223.80
320	+1.88	+2.68	7.18	+18.57	-17.65	311.52

て、求める深さ T と考えると、 $T=120$ km となる（第 5 圖）。即ち均衡面の深さは大體 120 km 位と考へられる。

此の値は殆んど諸外國の値と大差がない。然し著者が前論文に算出した値は 185 km であつた。當時の計算は僅かに 16 點の觀測から求めたもので、今回の値は 26 個の觀測を使用したものであるとは言へ、結果は可成り相違して居る。單に計算に加ふべき觀測點の數をこれ丈増したために、これ位も異つた數値を得たことは、 T が數値としては未だ充分正しくはないことを意味するが、たゞ均衡的補償分布が行はれて居り、且つ其の深さは大體これ位のものであらうと言ふこと丈は言へると思ふ。

$T=120$ km として各點に均衡補正を加へそれを前と同様に圖上に記入せるものが第 5 表及び第 6 圖である。此の圖でわかることは、均衡の機巧まで考へに入れて補正を加へても剩餘として得られた垂直線偏倚は明かに本州の山岳地帯から強い引力を受けてゐるのである。而かも此の引力の方向は極めて規則正しく、明かに日本島弧に直角な成分が極めて顯著である。是は結局するところ、

第 5 圖

第 6 圖

第 5 表

観測點	38* 男和佐羅山	40 赤山	40* 十二神山	44 飯盛山	46* 寛峰嶺	47 栗島	48 松ヶ崎	50 松川崎	54 綠剛岬	55 名倉山
ξ	-12.70	-0.37	-19.03	+0.48	-11.36	+4.92	+1.23	-8.51	+9.42	-13.53
η	+6.74	-0.53	+14.02	-2.83	+9.39	-5.50	-3.49	+10.99	-9.67	+8.39
均衡補正 (120 軒)	+5.96	-0.90	-5.01	-2.35	-1.97	-0.58	-2.26	+2.48	-0.25	-5.14
θ	+14.53	+16.51	+18.52	+17.33	+27.69	+10.11	+14.84	+14.87	+26.63	+33.07
α	-24.61	-3.23	-28.46	-4.74	-24.48	-2.24	-4.28	-26.92	-2.04	-21.45
	-10.08	+12.92	-9.94	+12.59	+3.21	+8.44	+10.56	-12.05	+24.59	+11.62
	11.71	12.95	11.13	12.81	3.71	8.46	10.80	12.30	24.59	12.71
	59°	305°	85°	281°	302°	274°	282°	102°	271°	294°
観測點	57 大瀧根山	59 坂戸山	60 七尾	63 須坂	65 宇都宮	70 霧ヶ峰	77 鹽崎村	77 三鷹	78 田君谷山	84 養安寺臺
ξ	-10.25	-2.09	+5.05	-0.40	-17.93	-12.98	-18.01	-11.87	+2.53	-12.15
η	+13.09	-0.48	-8.34	-1.65	+14.13	+7.57	+15.64	+18.67	-1.59	+22.68
均衡補正 (120 軒)	+2.84	-2.57	-3.29	-2.05	-3.80	-5.41	-2.37	+6.80	+0.94	+10.53
θ	+12.91	+22.14	+6.63	+15.79	+21.22	+17.58	+13.42	+16.79	+13.26	+13.38
α	-26.41	-8.58	+0.85	-8.26	-21.75	-9.95	-10.53	-23.61	-5.44	-34.27
	-13.50	+13.56	+7.48	+7.53	-0.53	-7.63	+2.89	-6.82	+7.82	-20.89
	13.80	13.80	8.17	7.80	3.84	9.08	3.74	9.63	7.88	23.39
	102°	281°	294°	285°	54°	305°	309°	185°	263°	117°
観測點	87 長尾鼻	89** 朝日山	99* 尾本宮山	108* 高根山	109* 島星山	120* 朝霞山				
ξ	-0.15	+3.36	-18.47	-25.25	+0.80	-36.22				
均衡補正 (120 軒)	-2.79	+4.07	+16.51	+20.55	-0.36	+26.74				
η	-2.94	-0.71	-1.96	-4.70	-0.44	-9.48				
均衡補正 (120 軒)	+13.66	-16.54	+17.73	+20.83	-19.80	+1.04				
θ	-5.17	-3.30	-5.76	-7.16	-4.22	-10.91				
α	+8.49	-19.84	+11.97	+13.67	-24.02	-9.87				
	8.98	19.85	12.13	14.46	24.02	13.66				
	289°	88°	279°	289°	89°	46°				

本州近傍の地下構造は極部的には非常に複雑であつても、大局から見ると極めて單純であつて大きな規模の地質構造に強く支配されてゐることを示すものである。之を如何に解釋すべきか？

解釋の方法はいくらでもあるであらう。強ひて之を均衡面の深さの不均一として解釋するならば、陸地下の補償面は海底下の補償面に比較してもつと深いといふことになる。斯くの如く考へれば、海洋側が陸地側を引き付ける様な引力が存在するわけであるから、吾々の第6圖の矢印しは大體に於て消失し、剩餘は偶然的分布をなすであらう。即ち換言すれば、在來の考へに従ふときはエアーの如く考へた方がもつとよく日本の地下構造をあらはすと考へ得られるのである。然し乍ら之は單に一つの見方にすぎない。吾々は補償密度が海面から均一に分布すると假定したのであるが、此の假定は實際には自然でない。叙上の剩餘を消失せしめる如き補償密度分布法則をこそ寧ろ追求すべきであらうと考へる。

4. 結 論

垂直線偏倚から測地學的系統差を除き、更に地形の補正を加へると、本邦に於ても亦地殼均衡の假説があてはまつて居ることがわかる。均衡面をプラットの如く考へると其の深さは大體 120 km 位と推定せられる。然し乍ら 120 km の均衡補正を加へると、本州山岳地帯に引かるゝ引力が、小さい乍らも見事に殘留する。之は極めて興味深いことで將來充分に吟味すべき事實と考へる。

本研究は文部省自然科學研究費を以て遂行せられたものである。茲に厚く御禮を申述べる。

雪の結晶の生成條件について*

花 島 政 人**

§1. 緒 言

既に北海道帝國大學理學部紀要の「雪の研究」第 11 報¹⁾に於て、雪の人工的生成が研究され、その中で雪の結晶形とその生成條件との關係が調べられてゐる。そこでは結晶形の分類の中で數種の平面結晶が單に樹枝狀結晶として分類されてゐるので、その生成條件も近似的なものになつてゐる。即ち前に樹枝狀結晶として取扱はれてゐた各種の平面結晶の中で、その外形は互にかなり似てゐるのであるが、生成條件は相當にちがつてゐるものがあることが、其の後の研究によつて判明した。

それでこの實驗では樹枝狀結晶の形を先づ詳しく定め、その生成の外的條件を調べた。それに

* M. Hanazima: "On the External Conditions controlling the Formation of Snow Crystals." 北大低溫科學研究所報告第 6 號。

** 北海道帝大理學部物理教室。

1) 北海道帝國大學理學部紀要第 2 輯, 2 (1938) pp. 13-57, 中谷, 戸田, 丸山, 人工雪の研究續報 (英文)。