

別府温泉の潮位による湧出量 泉温の變化に就いて

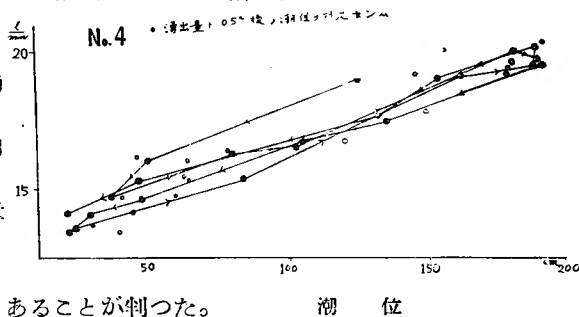
川 端 博

[A] 湧出量と潮位との相關

別府温泉の湧出量が別府灣潮位と一次的關係で變化することは既に詳細に研究されたところである。⁽¹⁾ 又米田柱三理學士はその著「統計數理」に於て湧出量と潮位との相關係數として⁽²⁾ $r = 0.99$ を算出された。然るにその圖を見ると明かに組織的に一次的相關より外れてゐるのである。(第2圖)故に他の温泉についても兩者の關係は必ずしも一次的ではないかも知れぬと考へ、すべての資料につき再検討を試みた。湧出量—潮位のグラフを作るとほぼ三つの型が見られる。

第1圖 湧出量—潮位圖

(1.) 明らかに一次的關係をもつものNo.4, No.235, No.365 兩者の湧出量に於てNo.4 は湧出量を0.5出時おくらせて潮位に對應せしめる点の分散度が減じる。(第1圖)



これで兩者間に位相差のあるものもあることが判つた。

(I) 兩者の關係曲線が潮位軸に凹であるもの, No.211, No.319, No.427, No.1165

これらは曲線が常に潮位軸に凹であるにとから觀測の誤差ではない。

(II) No.220, No.199 の如く湧出量の小なる方では潮位軸に凹, 大なる方では凸の傾向がみえる。(第2圖)

以上により湧出量 Q , 潮位 H の相關は必ずしも一次的關係ではないので一般に

$$H - H_0 = (Q - Q_0)^n$$

とおいて對數グラフより n の値を決定すると表の如くなる。湧出量の變化量が大きいほど n の値は大きい傾向が見える

湧出口番号	海岸よりの距離	湧出量變化量 l/M	n	深さ
No.4	42m	13~21	1.00	104m
No.199	24	1~16	1.19	93
No.211(N)	30	5~14	1.41	66
No.220	24	14~28	1.29	119
No.235	84	11~19	1.00	73
No.319	30	14~10	1.13	58
No.365	240	3~7	0.79	54
No.427	-18	8~18	1.00	91
No.1165	18	4~23	1.47	62

別府温泉を模型化して被壓地下水よりの湧出

別府温泉の潮位による湧出量泉温の變化に就いて

と見、Darcy の法則に従ふとすれば湧出量は略々水壓差に比例し温泉水壓は潮位に比例するとみられるから湧出量の變化は潮位の變化と比例する筈であるが、今の場合は既にDarcy の法則の適用出来ない廣い範圍に及んでゐると見られる。曲線が潮位軸に凹であるのは、⁽³⁾ Piefke が得てゐる砂層中の流速—壓力グラフの曲線が壓力軸の方に傾いてゐるのと一致してゐる。一次的關係を保たないのは今の場合湧出導管近くで流速が大になることによるのではないかと考へられる。

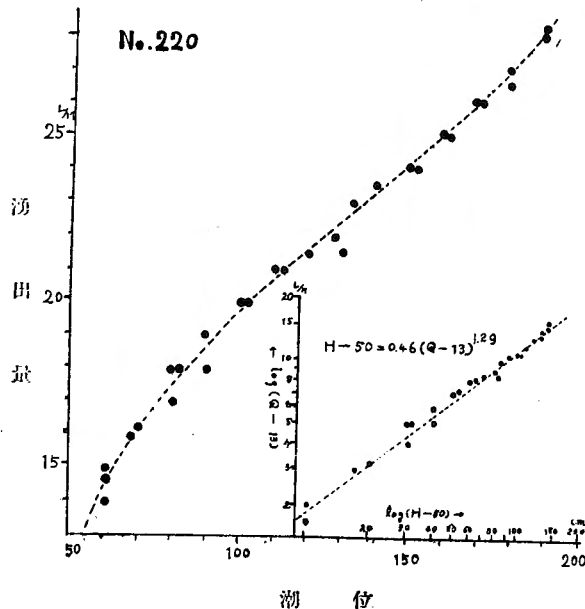
もし數層から温泉水が供給されてゐるならば、潮汐による各層の水壓の増加が異るとき砂層の見掛けの平均透水率が變化するから一次的關係の成立しない原因になる。それならば曲線のむきは色々になるであらうが、今の場合すべてが同じ傾向をもつてゐるからこれは主たる原因ではなからう。

次に湧出導管の口徑は大體 4.2cm であるが深度は深いものは百米以上もあつてこの間の抵抗も可なりある。導管中の流速と壓力勾配 Δp は二次的關係で $\Delta p \propto v^2$ で曲線の傾きは上の場合に一致してゐる。然し n と深さには余り關係がないからこれも主たる原因ではなからう。

[B] 湧出量と温泉との相關

湧出量の變化に伴ひ、導管上昇中の温泉水の冷却度が變化する。これが湧出温度變化の原因であることについては實測もなされてゐる。⁽⁴⁾ 従つて冷却度は湧出量に逆比例する。又

第 2 圖 湧出量—潮位圖(米田理學士「統計教理」より)



一温泉の一ヶ月觀測記錄の調和分
析によれば温泉は湧出量に對し位
相の遅れを示した。⁽¹⁾

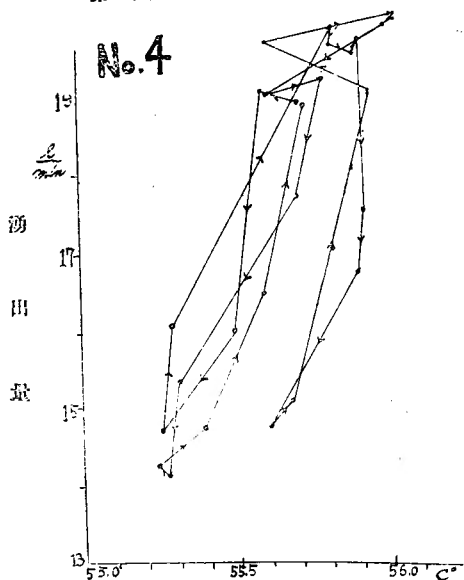
今、前述の圖式法によつた兩者の
相關を考へてみる。グラフから分
類すると次の三つの型になる。

(I) 大體に一次的相關を示すも
の； No.4, No.365, No.437, No.801
(第 3 圖)

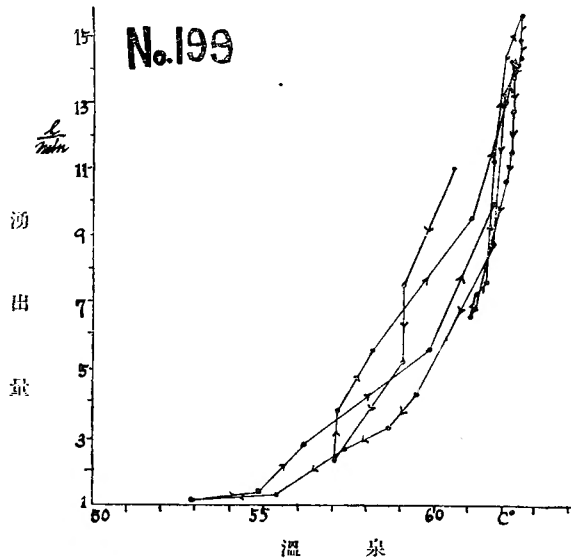
(II) 兩者の相關曲線が泉温軸に
凸をなすもの； No.19, No.211(N),
No.220, No.319, No.1165 (第 4 圖)

別府温泉の潮位による湧出量泉温の變化に就いて

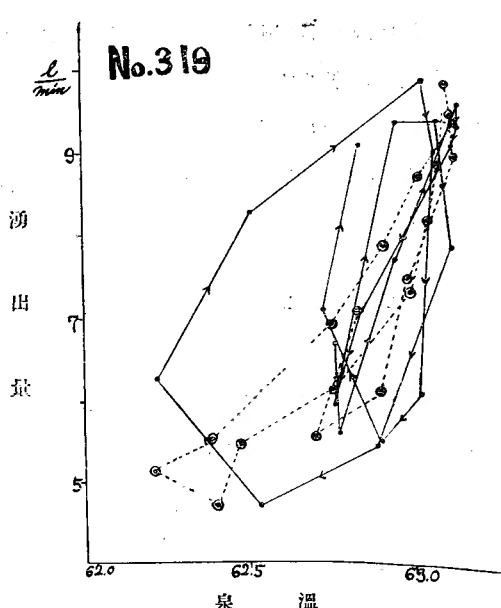
第3圖



第4圖 温泉



第5圖



この内 No.210は湧出量の小さい部分では泉温軸に凹の傾向がある。

(II) 両者に殆んどり相關が見られぬもの; No.211(S), No.251

この内(III)は海岸から遠く變化が著しくないものである。(I)は湧出量變化が少いので双曲線關係が明かにされぬもので(II)型の内の曲線の一部にあたる。

特に興味あるのは一般に位相差がないこと。No.4(第3圖)に於て兩者

の相關が二つ或は三つに分れてゐること、No.319(第5圖)は兩者の位相差が大潮で3時間、小潮で2時間あることである。点線は位相差を考慮に入れて画いたものである。これらの原因は現在では明かでないが、將來の觀測と相待つて明かにしやうと思ふ。

この小文は曾つて潮野博士が見當つけられたものを一層詳細に検討したもので、大分縣温泉研究會の費用によつたものである事を感謝する。

参 考 文 献

- 1) 野満, 瀬野, 中目「別府温泉と潮汐」地球物理 第2巻第1号1頁
- 2) 米田桂三「統計数理」133頁
- 3) 例へば Prinz: Hydrologie s. 163
- 4) 瀬野, 西田「別府温泉二三の湧出口導管中に於ける泉温分布と途中冷却率」地球物理第2巻第1号
32頁

The Correlation among Tide, Flow, and Temperature in Beppu Hot Springs

Hiroshi Kawabata

More precise investigations show that; Correlation between Tide and flow is not linear, and correlaton between flow and Temperature is very complex.