

温 泉 科 學

第 3 卷 第 4 號

昭和二十四年七月

報 文

稻の發芽と成長に及す温度の影響

伊 東 祐 一

(大阪學藝大學)

緒言： G. Billard (1925) がフランスの Aixès-Thermes の 5ヶ所の温泉を用ひて、油成分の多い種子、蛋白質の多い種子、含水炭素の多い種子の 3種の種子に就いて、その發芽、成長に對する温泉の影響を検索し、此等の温泉は一般に油成分の多い種子に對しては發芽を促進したが、蛋白質が多い種子には何等の影響を與へず、成長速度に就いては一定の關係が見られず、或種子は促進され、或種種子は抑制され、又温泉の種類によつても異なることを指摘して以來、Simo, Harpuder, Stransky, Fremont, Konsuloff 等により、種々の温泉を用ひ種々の植物に就いて實驗が行はれたが、その結果は泉質、植物の種類が異なるため常に一定ではないが、要するに各々温泉はその有する特質によつて、種種の影響を植物の發芽、成長に及すことが知られた。その後 F. W. M. Bukatsch (1940) は Gastein 泉を用ひ、同泉は原則的に植物の發芽を抑制し成長を促進すると述べ（この問題に就いては後述する）又 V. Vouk (1940) は加熱壓水が温泉と同様に植物の發芽を抑制し、成長を促進する作用を有すると唱へた。これは洵に注目すべき問題で、著者（昭 17）は西田弘氏と共に追試驗を行ひ、その特異作用の存することを認めた。

本邦に於て植物種子の發芽、成長に及す温泉の影響に關する實驗を始めて試みたのは、今石駿次郎氏（昭 12）で、氏は別府市内に湧出する觀海寺堂ノ上、藥師兩温泉、温泉治療學研究所内温泉、田ノ湯温泉、竹瓦温泉、濱脇温泉の 6温泉を用ひ、オホアハガヘリ（一名絹糸草）の發育試驗を行ひ次のやうな結果を得てゐる。一般に温泉で栽培したものは、對照たる水道水で栽培したものに比較して、成長が抑制され、且つ早期に枯死する傾向を有するが、勿論、その程度は各温泉により、又植物器官の部分によつて異なる。即ち葉、莖の發育には堂ノ上、藥師、田ノ湯 3温泉は殆ど影響なく、温研、竹瓦、濱脇 3温泉は抑制的に作用し、中でも竹瓦、濱脇兩温泉は甚だしく、根の發育は堂ノ上、藥師兩温泉は影響が少く、温研、田ノ湯、竹瓦、濱脇 4温泉は抑制する。これによれば田ノ湯温泉は葉、莖には大きな影響を與へないが、根の發育を抑制し、濱脇温泉は葉、莖、根の何れにも強く抑制的に作用し、發育最も不良で、竹瓦温泉がこれに次ぐ。枯葉は根の發育不良のもの程多く現れ、根の發育不良の田ノ湯温泉、竹瓦温泉、濱脇温泉により栽培されたものは、概して葉幅が廣い。

白井良榮氏（昭 15）は増富、村杉の兩放射能泉が、オホアハガヘリの發芽、成長を抑制することを認めたが、これは主にラドンの量に支配される他、溶在する無機化學物質と關係してゐるものと思はれる。

桑原五八郎氏(昭16)は山田, 万厘, 澁, 上林, 發浦, 熱海, 網代, 伊豆山, 門川の諸温泉を用ひ, 麥, 稻, オホアハガヘリを實驗材料として, その發芽, 成長試験を行つた。その結果, 發芽, 成長に對する影響は温泉の種類により異り, 一般に固形成分の多いものは發育を抑制し, 同一温泉でも部分により, 成育の時期により或は抑制的に或は促進的に作用する。これは温泉中に含有される特殊微量成分によるものならずやと結論してゐる。

著者(昭17)は天然温泉による特異作用の起因に就いて研究中, Bukatsch が Gastein に就いて述べたやうな植物の發芽を抑制し, 成長を促進する特異作用が或重温泉に於ては, 既にその蒸留水に於て存在することを認めた。然し斯様な特異作用が, 常に如何なる種類の温泉に於ても認められるとは考へられない。恐らくこの作用は中性に近い單純泉に於て見られ, 鹽類を多量に含んでゐる濃厚な温泉, 酸性又はアルカリ性の強い温泉には, 到底見られない現象と想像される。(Bukatsch の用ひた Gastein 泉は單純泉である。)茲に於て著者は如何なる泉質の温泉が如何なる影響を植物の發芽, 成長に及ぶか, 別府市内に湧出する泉質の異なる著名温泉15ヶ所を選んでその検索を試みた。

表 1 使用温泉の泉質 觀測値

| 温 泉 名 | 所在地 | 泉 質 | 觀測年月日 | 觀測箇所 | 温泉 $^{\circ}$ | PH | Co ₂ L/cc | 備 考 |
|-------|-----|--------------------|----------|------|---------------|------|----------------------|---|
| 不老泉 | 不老町 | 含炭酸單純泉 | | 源 泉 | 57.2 | 6.82 | 3.13 | 温泉, PH, Co ₂ 觀測値 は服部氏に よる |
| 永石温泉 | 永石通 | 含土類單純泉 | | 元 箱 | 51.0 | 7.27 | | |
| 靈潮泉 | 港 町 | 土類及炭酸 含有單純泉 | | 元 箱 | 61.0 | 5.8 | 196 | |
| 竹瓦温泉 | 竹瓦町 | 含炭酸單純泉 | | 元 箱 | 63.0 | 6.08 | 192 | |
| 弓松温泉 | 弓松町 | 土類アルカリ泉 | | 元 箱 | 63.5 | 6.34 | 138-242 | |
| 柳温泉 | 港 町 | 含炭酸單純泉 | 19. 2.23 | 元 箱 | 47.0 | | 224 | |
| 龜陽泉 | 龜 川 | 鹽 類 泉 | 18.12. 9 | 元 箱 | 53.0 | 5.8 | 0 | |
| 四の湯 | 龜 川 | 土類アルカリ泉 | 18.12. 9 | 元 箱 | 56.5 | 6.2 | 0 | |
| 濱田温泉 | 龜 川 | 含土類鹽類泉 | 18.12. 9 | 元 箱 | 55.0 | 6.0 | 0 | |
| 復興泉 | 觀海寺 | 含炭酸單純泉 | 18.12. 1 | 源 泉 | 55.0 | 6.3 | 52 | |
| 鳶の湯 | 明 攀 | 炭 酸 泉 | | | | | | |
| 濱脇温泉 | 濱 脇 | 含土類食鹽泉 | 19. 1.25 | 元 箱 | 42.5 | 6.3 | 0 | |
| 澁の湯 | 鐵 輪 | 含土類食鹽泉 | 18.12.10 | 元 箱 | 68.0 | 5.2 | 0 | |
| 熱の湯 | 鐵 輪 | 含珪酸單純泉 | 18.12.10 | 源 泉 | 38.0 | 5.6 | 0 | |
| 海地獄 | 鐵 輪 | 食鹽及芒硝含有 弱 綠 礬 泉 | | 源 泉 | 90.0 | 1.8 | | |

使用温泉と實驗方法: 實驗に用ひた温泉に表1に示すやうに, 單純泉, 炭酸泉, 土類泉, 鹽類泉, 酸性泉等種々の泉質のものを含むが, そのPHは海地獄温泉の強酸性を除き, 他は7.27~5.2で, 中性乃至は弱酸性である。遊離炭酸量もさして多量のものなく, 最大250 cc/L程度である。

實驗に用ひた種籾は, 大分縣農事試験場から提供された。凱旋糯で, この50粒を1組とし, 次に記すやうな床に播種した。播種床はカビネ判用陶器製白色バット(約900 cc容)に四ツ折ガーゼ3枚を敷いたもので, この中に播種前日に被檢水を満して十分にガーゼに浸み込ませて置く。播種当日に被檢水を流出して上部のガーゼ1枚を取つてその上に10粒5列宛規則正しく播種し, 再び前のガーゼで覆ひ約150 ccの被檢水を靜かに注入する, 被檢水は毎日交換して發芽を見たら被覆したガーゼを除いて下部に敷き, 床ガーゼを浸し得る程

度に被検水を残して置く以後毎日その日の乾濕状態に應じて10~20 ccの被検水を加へ、發芽個体數を數へ、12日目、17日目、22日目、27日目の4回各草丈を測定し、最終日に收穫後直ちに莖葉部生体重量を測定した。實驗期間中に調査した事項は發芽個体數、草丈、莖葉部生体重量の他、發芽勢、發芽歩合、平均發芽日數等で、發

表 2 稻、發芽、成長試驗

| 温 泉 名 | 發 芽 勢 % | 發芽歩合 % | 平均發芽 日 數 | 平 均 草 丈 mm | | | | 平 均 莖 葉 部 生 体 重 量 g |
|-------|------------|-----------|-------------|------------|-------|-------|--------|------------------------|
| | | | | 12日目 | 17日目 | 22日目 | 27日目 | |
| 海 地 獄 | 30 | 43 | 4.12 | | | | | |
| 遊ノ湯 | 62 | 86 | 6.72 | 3.60 | 11.80 | 32.00 | 60.20 | 0.0224 |
| 濱田温泉 | 58 | 92 | 6.16 | 3.75 | 15.04 | 40.52 | 66.20 | 0.0315 |
| 復興泉 | 56 | 94 | 6.10 | 4.46 | 19.52 | 41.51 | 66.80 | 0.0275 |
| 四ノ湯温泉 | 66 | 89 | 5.89 | 4.46 | 18.77 | 42.13 | 69.69 | 0.0328 |
| 龜陽泉 | 56 | 86 | 6.16 | 4.38 | 17.84 | 44.37 | 71.82 | 0.0339 |
| 水道水 | 71 | 94 | 6.33 | 4.30 | 19.82 | 43.53 | 74.68 | 0.0322 |
| 弓松温泉 | 48 | 89 | 7.19 | 3.60 | 17.89 | 43.38 | 75.92 | 0.0335 |
| 熱ノ湯 | 75 | 94 | 6.30 | 4.40 | 18.00 | 46.50 | 83.80 | 0.0385 |
| 靈潮泉 | 61 | 87 | 6.83 | 4.26 | 23.53 | 50.64 | 87.43 | 0.0359 |
| 竹瓦温泉 | 64 | 88 | 6.36 | 3.90 | 22.28 | 52.74 | 96.57 | 0.0394 |
| 鷺ノ湯 | 67 | 94 | 6.30 | 4.80 | 24.90 | 63.00 | 98.20 | 0.0397 |
| 不老泉 | 68 | 95 | 6.75 | 4.01 | 20.09 | 51.37 | 99.44 | 0.0368 |
| 柳温泉 | 23 | 93 | 7.56 | 3.80 | 14.60 | 47.10 | 100.90 | 0.0363 |
| 永石温泉 | 66 | 94 | 6.76 | 3.98 | 23.71 | 50.33 | 102.18 | 0.0393 |

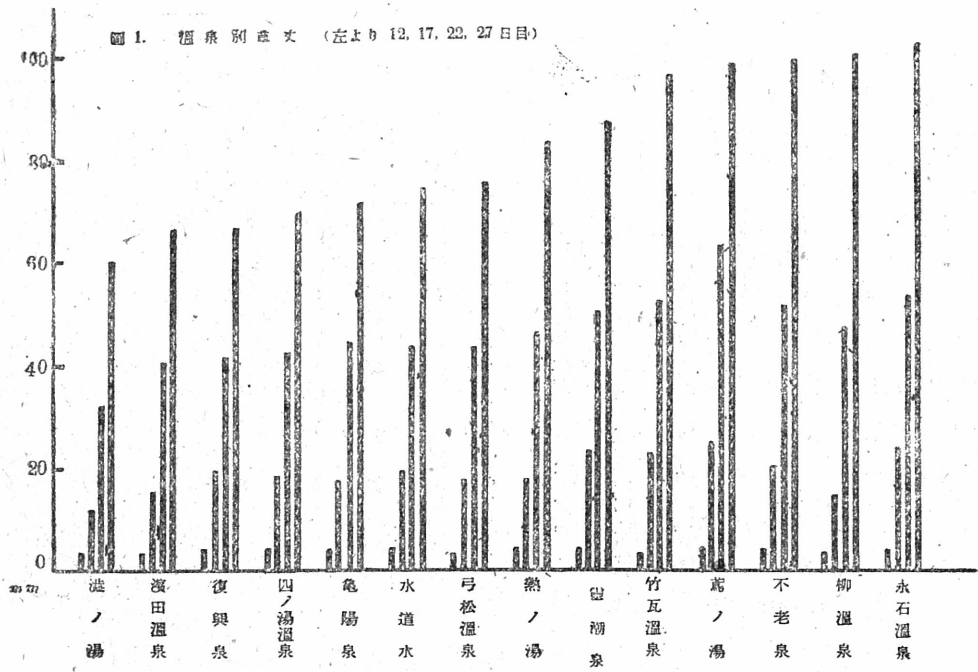


圖 2. 日別平均草丈

(左より) 澁、漢、復、四、龜、水、弓、熱、鹽、竹、荒、不、柳、永、温泉)

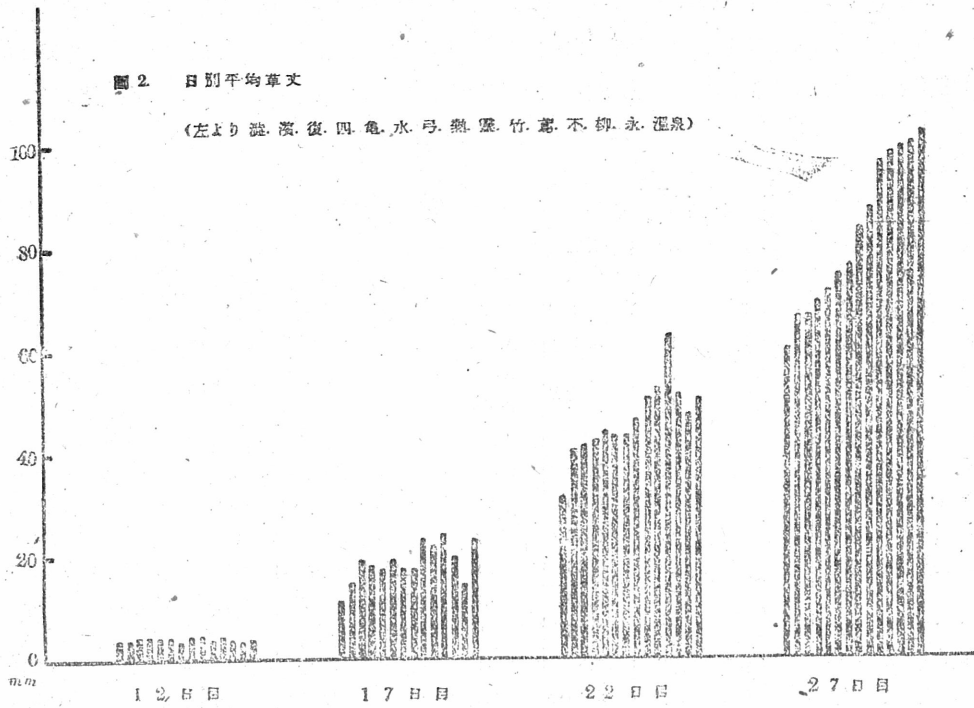
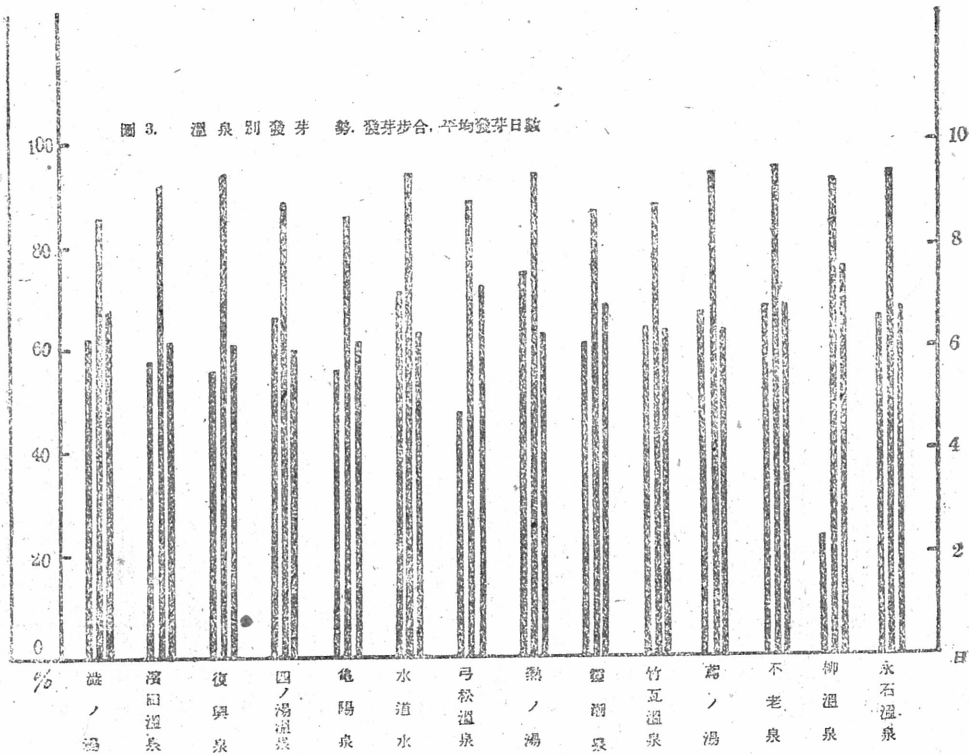


圖 3. 温泉別發芽 勢、發芽歩合、平均發芽日数



芽勢によつて發芽の初期に於ける發芽の消長を知り、發芽歩合によつて發芽の良否を知り、平均發芽日數によつて全般の發芽の状態を知ることが出来る。

實驗成績： 實驗の結果は表2及び圖1, 2, 3に示した通りである。發芽勢は熱の湯の75%を最大に柳温泉の23%が最小を示してゐるが、大体60%前後のものが多い。發芽歩合は海地獄温泉の43%に最小を示してゐる以外、何れも85%~95%で、平均發芽日數、海地獄温泉を除き、何れも6日~7日前後を示してゐる。平均草丈は發芽後、全く成長を見なかつた。海地獄温泉によるものを除き、大体3.5~4.5mmで著しい差異は認められない。然し17日目になるとその差は稍著しくなり、最長蕪の湯による24.9mmから最短澁の湯の11.8mmと、その開きは13.1mmを示し、22日目に於ては最長蕪の湯の63.0mmから最短澁の湯の32.0mmと、その開きは31.0mmとなり、27日目に於ては最長、永石温泉102.18mmから最短澁の湯の60.2mmと、その開きは42.0mmと次第に大となり、又各温泉による草丈相互間の差も成長と共に著しくなる。平均莖葉部生体重量は蕪の湯による最大0.0397gから澁の湯による最小0.0224gとその開きは0.0173gである。

考按： 發芽勢と發芽歩合に就いて考へるに、この兩者の關係は表3に示すやうに、大体並行するものもあるが、常に必ずしもさうとは限らない。即ち發芽初期から引續き末期に至るまで均齊に發芽をするもの、初期に旺盛で末期に衰へるもの、又この反對のものがある。然し茲に見逃すことの出来ないことは、發芽勢に於ては熱ノ湯を除き發芽歩合に於ては、熱ノ湯、蕪ノ湯、永石温泉、不老泉を除き、一般に温泉は水道水に比較して發芽を抑制し、殊にその初期に於て著しいことである。即ちGastein泉でBukatschが提唱し、著者(昭17)も追試を行ひ、その事實を認めた温泉は概して發芽を抑制すると云ふ特異作用を明らかに示してゐる。平均發芽日數に於ても、海地獄温泉の極端な例を除いてはこの事實が認められ、温泉による發芽日數は水道水によるものより長い傾向がある。海地獄温泉によるもの發芽の日數が特に短いことは、同泉の泉質によつて特異なる刺激によるものと思はれ、この事は發芽勢に對する發芽歩合の不良、即ち急に少數のみ發芽する點、發芽したのも後には全く成長を見ないことから察知される。

各温泉別による平均草丈の状態を見ると、表3に示すやうに、各温泉による發育の遲速は常に並行的ではな

表 3 各 項 目 別 に よ る 順 位

| 發芽勢順位 | 發芽歩合順位 | 平均發芽日數順位 | 平均草丈順位 | | | | | 平均莖葉部生体重量順位 |
|----------|----------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | | | 12日目 | 17日目 | 22日目 | 27日目 | | |
| 柳温泉 23 | 海地獄 43 | 海地獄 4.12 | 海地獄 — | 海地獄 — | 海地獄 — | 海地獄 — | 海地獄 — | |
| 海地獄 30 | 澁ノ湯 86 | 四ノ湯温泉 5.59 | 澁ノ湯 3.60 | 澁ノ湯 11.80 | 澁ノ湯 32.00 | 澁ノ湯 60.20 | 澁ノ湯 0.0224 | |
| 弓松温泉 48 | 龜陽泉 86 | 復興泉 6.10 | 弓松温泉 3.60 | 柳温泉 14.00 | 濱田温泉 40.52 | 復興泉 66.90 | 復興泉 0.0375 | |
| 復興泉 56 | 靈潮泉 87 | 濱田温泉 6.16 | 濱田温泉 3.75 | 濱田温泉 15.04 | 復興泉 41.51 | 復興泉 66.80 | 濱田温泉 0.0316 | |
| 龜陽泉 56 | 竹瓦温泉 88 | 龜陽泉 6.16 | 柳温泉 3.80 | 龜陽泉 17.84 | 四ノ湯温泉 42.13 | 四ノ湯温泉 69.69 | 水道水 0.0325 | |
| 濱田温泉 58 | 四ノ湯温泉 89 | 熱ノ湯 6.30 | 竹瓦温泉 3.90 | 弓松温泉 17.89 | 弓松温泉 43.38 | 龜陽泉 71.82 | 四ノ湯温泉 0.0325 | |
| 靈潮泉 61 | 弓松温泉 89 | 蕪ノ湯 6.30 | 永石温泉 3.98 | 熱ノ湯 18.00 | 水道水 43.53 | 水道水 74.08 | 弓松温泉 0.0335 | |
| 澁の湯 62 | 濱田温泉 92 | 水道水 6.33 | 不老泉 4.01 | 四ノ湯温泉 18.77 | 龜陽泉 44.37 | 弓松温泉 75.92 | 龜陽泉 0.0339 | |
| 竹瓦温泉 64 | 柳温泉 93 | 竹瓦温泉 6.36 | 靈潮泉 4.36 | 復興泉 19.52 | 熱ノ湯 46.50 | 熱ノ湯 83.80 | 靈潮泉 0.0359 | |
| 四ノ湯温泉 66 | 復興泉 94 | 澁ノ湯 6.72 | 水道水 4.30 | 水道水 19.82 | 柳温泉 47.10 | 靈潮泉 87.43 | 柳温泉 0.0363 | |
| 永石温泉 66 | 水道水 94 | 不老泉 6.75 | 龜陽泉 4.38 | 不老泉 30.09 | 永石温泉 50.33 | 竹瓦温泉 96.57 | 不老泉 0.0368 | |
| 蕪ノ湯 67 | 熱ノ湯 94 | 永石温泉 6.76 | 熱ノ湯 4.40 | 竹瓦温泉 32.25 | 靈潮泉 50.64 | 蕪ノ湯 98.20 | 熱ノ湯 0.0385 | |
| 不老泉 68 | 靈潮泉 94 | 靈潮泉 6.83 | 復興泉 4.46 | 靈潮泉 23.53 | 不老泉 51.37 | 不老泉 99.44 | 永石温泉 0.0393 | |
| 水道水 71 | 永石温泉 94 | 弓松温泉 7.19 | 四ノ湯温泉 4.46 | 永石温泉 23.71 | 竹瓦温泉 52.74 | 柳温泉 100.90 | 竹瓦温泉 0.0394 | |
| 熱ノ湯 75 | 不老泉 95 | 柳温泉 7.56 | 蕪ノ湯 4.80 | 蕪ノ湯 24.90 | 蕪ノ湯 63.00 | 永石温泉 102.18 | 蕪ノ湯 0.0397 | |

く初期に發育が旺盛で、終期には衰へるもの、この反對の状態を示すもの、中には終始成育状態に遲速のないものもあるが、概して發育するにつれ成長速度を増す傾がある。勿論此等の關係は泉質の差異によるものであるが、何れの場合に於ても水道水によるものに比較してその成育は促進されてゐる。即ち先にも述べた温泉の特異性である成長促進が認められる。又、生体重量が草丈と並行しない、即ち草丈の長いものが重量が重く、短いものが軽いとは限らないことから、温泉は泉質によつて、その中に長さを増す因子を含むものと、重さを増す因子を含むものが存在することが想像される。然し如何なる因子が長さを、如何なる因子が重さを増す役目をなすかは、各種温泉による成長の差異と共に、温泉に含有される微量成分に影響される點が少なくないと考へられるが、この點に就いては今後の詳細なる研究に俟たなければならない。

成長に及ぶ泉質の影響に就いては、以上の結果から一定の斷案を下すことは出来ないが、概して硫黄泉（遊ノ湯）鹽類泉（濱田、四ノ湯、龜陽泉）は水道水に比較して成育不良で、各種單純泉（熱ノ湯、靈潮泉、竹瓦、不老泉、柳、永石温泉等）は良好な成育状態を示す。この點は著者（昭17）が既に指摘した所で、濃厚鹽類溶液が植物体に對して良結果を興へないことは、滲透壓等の關係から當然考へられる所である。而して單純泉が成長を促進する點に就いても既に著者（昭17）が、天然温泉による特異作用の起因に就いて温泉が植物の發芽、成長に對して特異作用を有するといふことは、温泉水自体に於て既に重要な意義を持つことで、温泉が稀薄な場合にはこの特異作用が發現されるが、濃厚な場合にはその溶存物質等のためにこの作用は當然影響され、遂に温泉水に基く特異作用が發現されなくなる。と述べたことを裏書きするものである。

摘 要

- 1) 別府市内に湧出する泉質の異なる14種の温泉によつて稻の發芽、成長試験を行つた。
- 2) 各温泉はその泉質により、發芽、成長に及ぶ影響は一様でない。
- 3) 然し何れの場合に於ても温泉の特異作用たる發芽を抑制し、成長を促進するといふ原則に當嵌つてゐる。
- 4) 尤も濃厚な温泉に於ては、嘗つて著者が指摘したやうに、この特異作用は溶存物質のために影響されて發現されない場合がある。

文 献

- 1) Bukatsch, F. wM.: Keimung und Jugendetnwicklung von Samenpflanzen unter Mineralwassereinfluss. Balneologe, 7. (1940), 1~12, 37~44.—今石戰次郎: 植物實驗による温泉研究, 温泉, 8. (昭12), 82~87—伊東祐一: 天然温泉による特異作用の起因に就いて, 第1編植物試驗を通じて見たる温泉水の特異作用, 第2編重水濃度を異にする温泉水の植物体の發芽、成長に及ぶ影響, 温泉科學, 2 (昭17), 68~78, 135~147, 桑原五八郎: 植物の發芽及び成長に對する温泉水の影響 (第1報), 北越醫學會雜誌, 56. (昭16), 1212~1219—西田弘・伊東祐一: 植物の發芽並に成長に及ぶ加熱壓水の影響, 日本温泉氣候學會雜誌, 7. (昭17), 219~226—白井良榮: 温泉中ランドの分布消長並にその生物學的意味, 北越醫學會雜誌, 55. (昭15) 9~41—Vouk, V.: Ein neuer, Versuchsweg zur Klärung der Frage der balneologischen Wirkung des Thermalwassers. Balneoge, 8 (1941) 71~73.