溫　泉　科　學

第7巻　第1號

昭和30年10月

原　　著

再生現象に及ぼす溫泉の影響

指導 { 国立別府病院長　高安愼一
　　　熊本大学医学部教授　楢原憲章

篠　　力

熊本大学医学部皮膚科泌尿器科学教室研究生（主任楢原憲章教授）

（昭和30年7月30日受理）

目　次

第1章　序　論

1. 実験目的

天然温泉の或る種のものが開放性創傷の治癒を促進する事は昔からよく知られている所であり、その促進作用は浅創のみならず深創にまで及ぶものである[1]。之を更に進めて種々の組織、又は器管に缺損を生じた場合にまで拡大し、それが再生するに際し若干の温泉がどのように影響するか、例えば外見的に創傷の治癒を促進する場合に、是と同様に缺損した組織、器管も再生が促進されるか。或は再生の過程に於て或る種の温泉が特定の組織の再生を選択的に促進することはないか。以上の点について若干の実験を行い、かねて温泉の再生に及ぼす作用因子の二三について調べてみた。

2. 温泉作用における創傷治癒と再生現象との関係

古来、温泉のあるものが「きず」に効果がある事は伝説、説話にも明らかな所であり、現に我が国に於ても「きずの湯」として数十に及ぶ温泉があげられている。之等創傷治癒に及ぼす温泉の諸問題については近来次第に臨床的観察から動物実験に及び、科学的評価がなされて来た。½～1時間微温浴の Dietrich,[2]創傷に湿室を用いた Werner[3]、或は Hebra 水床を利用する Riehl.[4] Chatzelsohn[5]等、蒸気灌注を行つた春日[6]、感染性創傷に効をあげた渡辺[7]その他高嶋[8]得能[9]等、或は種々温泉を使用した三栖[10]、山科[11]、田代[12]、柳、奥田[13]、吉原[14]、松本[15]、平野[16]、藤野[17]、大和田野[18]、今村[19]等々、臨床的に或は動物実験に数多の業績が重ねられている。特に方法論的には柳、奥田[20][21]の実験式の発見とその適用で注目すべきものがある。創傷治癒の実験式は鶴見[22]の全経過表現式等があるが、温泉の研究には殆ど用いられていない。柳、奥田は実験動物の背面に一定の大きさの皮膚を筋膜の上まで切除した創を作り、その創傷面積を写しとり、この縮少をプラニオメーターで測定し、実験式 $\log S=\log S_0-K(t-T)$、（但しSはt日目に於ける創傷面積、S_0は最初の創傷面積、tは日数、Kは治癒系数、Tは測定不能のいわゆる動揺期）をもつて治癒系数を求め、或は治療曲線を画き創傷治癒の状態を表示するものである。松本[23]、小野[24]、河村[25]等々温泉の創傷治癒に関する実験的研究の大部分は何れもこの式を利用していると云つてよい。組織学的検索にあたつては、茂木[26]の分類により第1層から第4層に分け、1層から細胞滲出層、幼若肉芽層、結合織層、健康組織反応層と分類し、この各層に出現する細胞を大庭[27]の方式により、正常に近い形態を有するか、形態を乱す多形核細胞群、単核小類円形細胞群、単核大類円形細胞群、単核多形細胞群、巨大細胞群、色素顆粒細胞群、形態不明なものに分け、その数を調べ細胞出現の状態を記述している。併し、之等の実験はその創を筋膜の上まで作つたものであり、その中には上皮結合織、血管等は含むが筋肉、

骨、背髄、末稍神経等は観察されない。一般に「再生」とは缺損した「組織或は器管」が完全又は不完全に「修復」することであり、主体は常に組織或は器管である。創傷治癒の場合は「缺損」が「修復」する事である。たとえこの場合、或種の組織が再生しなくても、とにかく缺損が埋められれば、一応創傷は治癒したものと認められるのであつて、組織、器管の再生能力が下等動物に比べて弱い哺乳類では再生の問題よりも実際問題として創傷治癒の方が重要性をもつのが当然であろう。しかし、組織或は器管の種別的追求を行い、この実態を明らかにする事は温泉治療の理論上のみならず、治療的応用の実際にあたつて重要な問題と考えられるのであるから、私は動物組織の再生現象を対象として、缺損器管の外見的再生の状況の観察から、再生部位に於ける各種組織の消長を組織学的に追求したい。

動物組織の再生は既に数多くの人々によつて18世紀から Trembley[28]等により〃みみず〃の再生現象は研究されている。以来 Spallanzani[29] 等の単なる有尾両棲類の尾や肢の再生能力の問題から Wendelstadt,[30] Fritsch[31] 等の組織学的研究、或は Schotte′[32] Locatelli[33] Singer[34] 岡田[35]、川上[36]等の再生に対する神経の役割、Godlewski[37] Effimov[38] Polezhaev,[39] Favorina[40] Thornton[41] 等は上皮の役割、或は再生素材に関する数々の移植実験等々、あらゆる方向から追求がなされているが、之等は何れも一般生物学的研究であるが、再生現象に対する温泉の影響については伊東[42]が鯉を別府市御温泉で飼育、尾鰭、背鰭の再生促進を認めたものだけである。

更に天然温泉の作用は極めて複雑であるが、私は実験の途中に於て又本研究の後半にそれぞれ各温泉の特徴ある作用形式につき、又其の作用因子について若干の検討を加えた。

第2章　再生芽体の生長に及ぼす影響

1. まえがき

本章に於ては温泉が再生を促進するか否かを調べる目的で〃いもり〃の尾を切断し、外見的に再生芽体の生長に対し、温泉がどのように影響するかを検討した。更に全身の発育との関係を調べるため再生芽体の生長と体重との相関関係を検索した。

2. 被検温泉

実験に使用した温泉はPHの濃淡による影響の混同を避けて、中性に近い別府市内の三つの温泉を選定した。各温泉の泉源は何れも実験室より運搬所要時間約1時間の場所にある。

各温泉の泉質及び分析表は昭和28年5月18日九州大学温泉治療学研究所の分析表による。

対照に用いた淡水は別府病院後方の山中より院内に引いた病院用水道水をあてた。その水質は昭和28年6月院内試験所の水質検査報告書によつた。

3. 実験方法

使用した実験動物は成熟した〃いもり〃 *Triturus pyrrhogaster* で採集した全数857匹の中から無作意に各被検温泉1種類あて15～16匹を取出した。之を直径8寸の硬質ガラス製水槽に別々に被検温泉及び淡水を入れ、この中に飼育した。このようにして各々の水槽に分けられた〃いもり〃を体重測定し、順位によるH―検定[43]を行うと、5％の危険率で有意差を示さず、各水槽ともに均一の質をもつものである事が認められる。温泉は各々の泉源から2リツトル入りガラス瓶に入れ、密栓

第 1 表 柳 温 泉

鉱泉分析成績書		イオン表			
源泉の名稱	柳温泉	Cation	mg	millival	millival%
源泉の所在地		$K^{\cdot}$	2.29	0.0585	0.492
分析年月日	自 昭和28年1月3日 至 昭和28年4月30日	$Na^{\cdot}$	67.62	2.940	24.717
分析方法	温泉中分析法	$NH_4^{\cdot}$	0.64	0.0352	0.296
温泉(氣温)	40°4C (20°0C)	$Ca^{\cdot\cdot}$	81.56	4.0698	34.215
外観	無色澄明	$Mg^{\cdot\cdot}$	54.63	4.4926	37.769
臭味	土臭強鉱味	$Fe^{\cdot\cdot}$	4.0	0.1432	1.204
反應	メチルオレンヂアルカリ性色 フエノルフタレイン酸性色	$Mn^{\cdot\cdot}$	1.49	0.0542	0.456
		$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	1.0	0.1012 11.8947	0.851 100.000
		Anion			
水素イオン濃度(PH)	6.35 (19°5C)	Cl'	108.63	3.0634	25.754
比重	1.0009	SO_4''	54.51	1.1350	9.542
固形物総量	1059.692mg/kg	HPO_4''	1.322	0.2754	2.316
泉種	含食塩土類泉 (緊張性低張鉱泉)	HCO_3'	452.7 830.392	7.4209 11.8947	62.388 100.000
				millimol	
		H_2SiO_3 (meta)	229.3 1059.692	2.9368	
		CO_2	128.6 1188.292	2922	

昭和 年 月 日

第 2 表 海門寺温泉

鉱泉分析成績書		イオン表			
源泉の名称	海門寺温泉	Cation	mg	millival	millival%
源泉の所在地		$K^{\cdot}$	3.91	0.10	0.97
分析年月日	自 昭和28年1月3日 至 昭和28年4月30日	$Na^{\cdot}$	205.51	8.9380	85.25
分析方法	温泉中分析法	$NH_4^{\cdot}$	0.5	0.0279	0.27
泉温(氣温)	58°2C (22°0C)	$Ca^{\cdot\cdot}$	1.3	0.5659	5.46
外観	無色澄明	$Mg^{\cdot\cdot}$	8.2	0.6731	6.49
臭味	無臭弱鉱味	$Fe^{\cdot\cdot}$	1.96	0.0702	0.70
反應	メチルオレンヂアルカリ性色 フエノルフタレイン酸性色	$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	0.8	0.0889 10.3640	0.86 100.000
		Anion			
水素イオン濃度(PH)	6.65 (30°0C)	Cl'	270.51	7.6284	73.60
比重	1.0003	SO_4''	58.45	1.2170	11.74
固形物総量	845.5mg/kg	HPO_4''	1.14	0.2375	2.29
泉種	單純温泉 (緩和性低張高温泉)	HCO_3'	78.2 640.50	1.2811 10.3640	12.37 100.000
				millimol	
		H_2SiO_3	205.0 845.50	3.3083	
		CO_2	521.2 1366.70	11.8461	

昭和28年4月30日

第3表　　　　竹瓦温泉女子浴場

鉱泉分析成績書

源泉の名称	竹瓦女子浴場
源泉の所在地	
分析年月日	自　昭和28年1月3日 至　昭和28年4月30日
分析方法	温泉中分析法
温泉（氣温）	58.° 1C (20.°5C)
外観	無色澄明
臭味	無臭　弱鉱味
反應	メチルオレンヂアルカリ性色 フエノールフタレイン酸性色
水素イオン濃度（PH）	7.20 (34°0C)
比重	1.0014
固形物総量	1348.544mg/kg
泉種	含食塩重曹炭酸鉄泉 （緊張性低張高温泉）

イオン表

Cation	mg	millival	millival%
$K^{\cdot}$	3.91	0.10	0.574
$Na^{\cdot}$	203.58	8.8520	50.845
$NH^{\cdot}_4$	0.47	0.0261	0.150
$Ca^{\cdot\cdot}_4$	10.8	0.5378	3.089
$Mg^{\cdot\cdot}$	81.9	6.7219	38.667
$Fe^{\cdot\cdot}$	20.2	0.7163	4.114
$Mn^{\cdot\cdot}$	0.03	0.0010	0.006
$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	4.0	0.4449	2.555
		17.410	100.000
Anion			
Cl'	222.94	6.2869	36.110
SO_4''	76.32	1.5890	9.127
HPO_4''	0.994	0.2071	1.190
HCO_3'	475.8	9.3270	53.573
	1097.944	17.410	100.000
		millimol	
H_2SiO_3	2.5060	3.2092	
	19.4804		
CO_2	177.3	4.03	
	1525.844		

昭和28年4月30日

第4表　　　　院内水道水

（昭和28年6月）

氣温	28° C	アンモニア	—
水温	24.5° C	鉛又は銅	—
濁度	澄明	塩素	6.03ppm
臭味	無味無臭	過マンガン酸カリ消費量	3.78ppm
色調	無色	硬度	4.01度
反應	PH 7.0	蒸発残査	128ppm
亜硝酸	—	細菌集落数	7 箇
硝酸	—	大腸菌	—

して運搬し毎日換水を行う。対照である淡水もこの時同時に交換する。飼料は生牛肉をミンチとし、1匹あたり約1瓦を1日おきに換水前1時間に与える。同時に換水時体重を測定し、6日間健康状態をたしかめた後、7日目に尾を中央部より切断し、直ちに新鮮温泉を入れた各々の水槽にかえす。

その後も引続き、同様に毎日体重を換水前に測定する。なお切断后5日間は温泉の汚染を防ぎ、感染を予防する目的で餌は与えない。

再生芽体の生長は切断后しばらくは創面が円形にもり上るにすぎず、測定は不能であるが2週間もすると次第に再生芽体は突出し測定が可能になる。全例が可能となるのは切断后16日である。

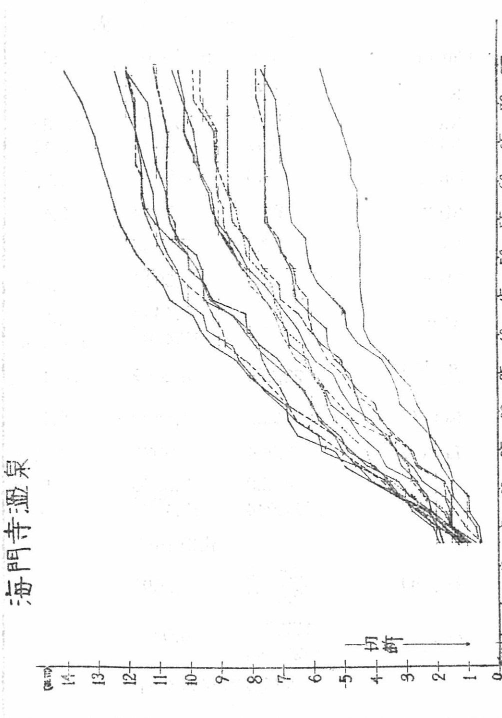
測定は双眼実体顕微鏡（接眼8×対物3）下にエナメル仕上、竹製0.5粍の目盛をもつ物指を尾にあて再生芽体を5回測定し平均値を求めた。測定は20日間は毎日、以後1ケ月間は2日おき、その後は4日おきに76日間行う。個々の〃いもり〃は腹部の斑点により識別し、標本番号をつけ、台帳に記載して測定値を記録する。

以上の測定方法により得た再生芽体の実測値の絶対誤差は ±0.05mm であつた。

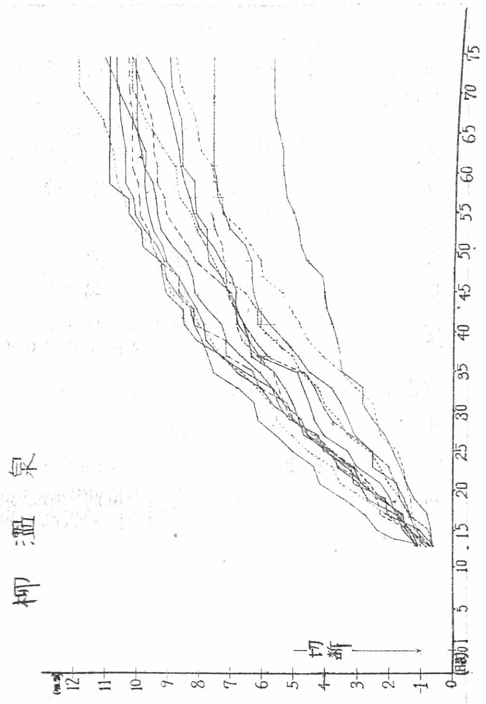
4. 実験成績

i）再生芽体の生長

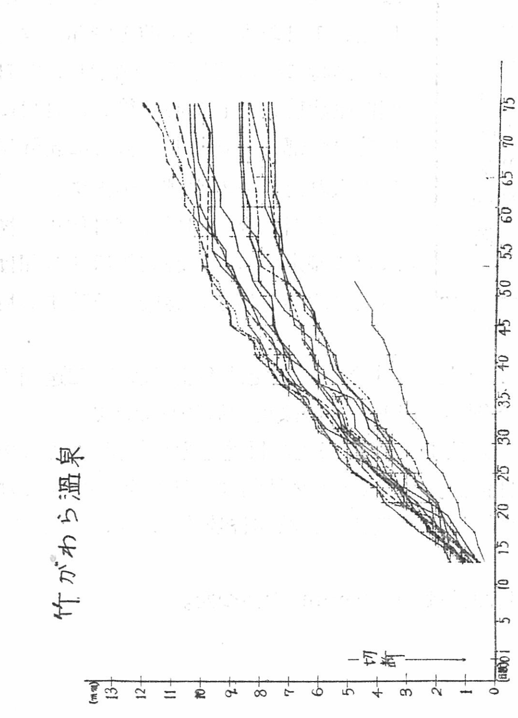
第一図



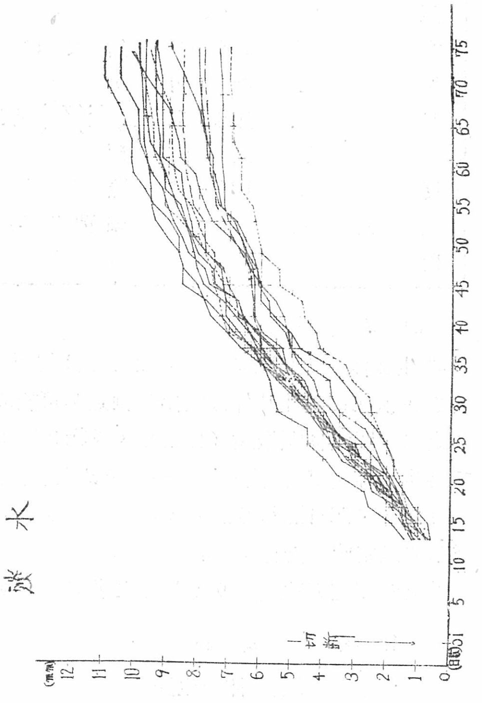
第二図



第三図



第四図



第5表　　海門寺温泉における再生芽体実測値（mm）

月日	23/8	26	27	29	31	2/9	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	2/10	4	6	8	10	12	16	20	24
切断后日数 No.	14	17	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	68	72	76
1	1.13	1.81	2.12	2.27	2.69	3.66	3.86	4.44	4.75	5.35	5.56	5.92	6.10	6.71	6.80	7.12	7.62	7.82	8.21	8.53	8.82	9.10	9.15	9.23	9.50	9.77	10.10	10.10	10.30
2	1.10	1.60	2.54	2.65	3.45	4.06	4.24	4.70	5.29	5.50	5.60	5.98	6.20	6.29	6.83	7.00	7.20	7.28	7.76	8.12	8.20	8.35	8.45	8.65	8.70	8.70	8.70	8.70	8.70
3	0.64	0.80	1.06	1.45	1.50	1.82	2.05	2.18	2.65	3.15	3.26	3.44	3.75	4.50	4.84	4.90	5.30	5.80	6.03	6.15	6.20	6.63	6.70	6.73	6.80	6.95	7.08	7.17	7.65
4	1.00	1.72	1.69	2.34	2.79	2.89	3.23	3.70	4.70	5.10	5.52	5.85	6.53	6.78	7.02	7.20	7.50	8.03	8.12	8.52	8.68	8.83	8.85	9.03	9.07	9.07	9.07	9.60	9.60
5	1.01	1.55	1.56	1.77	2.46	2.78	3.25	3.69	4.09	4.73	5.05	5.30	5.90	6.24	6.42	6.80	7.18	7.53	8.07	8.30	8.65	9.02	9.24	9.30	9.55	9.65	9.80	10.15	10.50
6	1.34	1.86	2.30	3.20	3.50	4.00	4.85	5.07	5.70	6.05	6.25	6.78	7.36	7.87	8.21	8.54	9.50	9.50	9.58	10.00	10.52	11.00	11.34	11.44	11.48	11.50	11.70	12.07	12.35
7	0.54	1.22	1.35	1.71	1.73	2.65	2.33	3.49	3.75	4.14	4.75	5.00	5.50	5.76	6.00	6.10	6.10	6.50	6.55	6.95	7.07	7.42	7.43	7.50	7.50	7.50	7.50	7.78	7.80
8	0.58	0.87	0.94	0.96	1.49	1.60	1.84	2.16	2.29	2.60	2.78	3.21	3.60	4.10	4.30	4.30	4.35	4.40	4.40	4.40	4.40	4.50	4.50	4.50	4.70	4.70	5.00	5.40	5.70
9	1.91	2.63	2.79	3.07	4.09	4.50	5.70	5.80	6.50	7.00	7.55	7.95	8.37	8.60	9.40	9.50	10.10	10.21	10.36	10.64	10.84	10.94	11.10	11.10	11.24	11.40	11.70	11.75	12.00
10	0.92	1.65	1.74	2.37	2.61	3.10	3.29	3.53	4.24	4.43	4.60	4.75	5.25	5.43	5.50	6.04	6.50	6.57	6.67	6.95	7.17	7.50	7.50	7.5[illegible]	7.53	7.50	7.50	7.50	7.50
11	0.86	2.28	2.44	3.24	3.73	4.33	5.01	5.76	6.50	6.99	7.20	7.66	8.13	8.76	8.92	9.21	9.45	10.00	10.44	10.80	11.05	11.27	11.43	11.50	11.50	11.70	11.70	11.70	12.00
12	1.25	1.92	2.15	2.88	3.25	4.21	4.73	5.24	5.75	6.00	6.27	6.79	7.10	7.76	8.03	8.57	9.30	9.50	9.54	9.75	10.33	10.58	10.68	10.70	10.86	11.07	11.16	11.30	12.00
13	0.72	1.52	1.55	1.52	1.73	2.62	2.78	3.36	3.75	3.98	4.53	4.84	5.03	5.70	6.10	6.40	7.00	7.03	7.55	7.83	8.10	8.53	8.60	8.70	8.90	9.10	9.17	9.83	9.85
14	1.22	1.92	2.22	3.25	3.63	4.53	4.99	5.23	6.00	6.80	7.00	7.33	7.60	7.70	8.10	8.13	9.23	9.46	9.96	10.00	10.37	10.40	10.56	10.60	10.63	10.63	10.66	10.85	11.10
15	1.79	2.38	2.55	3.18	4.10	4.98	5.25	6.44	6.75	6.83	7.42	8.01	8.43	9.24	9.61	9.86	10.58	10.80	11.23	11.67	11.95	12.20	12.35	12.50	12.65	12.80	13.05	13.45	14.00

第6表　　柳温泉における再生芽体実測値（mm）

月日	23/8	26	27	29	31	2/9	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	2/10	4	6	8	10	12	16	20	24
切断后日数 No.	14	17	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	68	72	76
1		1.17	1.33	1.66	1.75	2.50	2.50	3.03	3.25	3.45	3.77	4.50	4.83	5.27	5.27	6.10	6.25	6.28	6.30	6.50	6.95	7.16	7.34	7.40	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
2	0.61	1.71	2.06	2.08	3.10	3.18	4.00	4.17	5.10	5.42	5.62	6.05	6.63	7.10	7.24	7.72	8.10	8.18	8.33	8.85	9.20	9.30	9.37	9.45	9.70	9.70	10.13	10.57	10.60
3	0.83	1.17	1.25	1.30	1.46	1.53	1.74	2.21	2.38	2.48	3.00	3.45	4.07	4.50	4.75	5.07	5.30	5.95	6.00	6.35	6.70	7.20	7.25	7.44	7.56	7.90	8.10	8.53	8.75
4	1.70	2.51	2.74	3.40	4.16	4.31	5.00	5.50	6.10	6.20	6.72	7.50	7.67	7.87	8.10	8.20	8.70	9.00	9.08	9.33	9.70	10.00	10.06	10.32	10.30	10.30	10.47	10.50	11.00
5	0.86	1.41	2.28	2.35	2.76	3.50	3.86	4.31	5.02	5.27	5.42	5.60	6.09	6.60	6.75	6.80	7.10	7.10	7.18	7.23	7.43	7.57	死亡	……	……	……	……	……	……
6	1.08	1.56	1.75	2.70	2.98	3.54	3.73	4.50	4.76	5.30	5.65	6.53	7.28	7.75	7.80	8.06	8.32	8.62	9.00	9.13	9.43	9.57	9.65	9.70	9.70	9.80	9.96	9.97	10.00
7	1.14	2.07	2.07	2.79	3.50	3.72	4.50	5.00	5.50	5.70	6.12	6.60	7.25	7.60	7.94	8.17	8.82	9.00	9.27	9.45	10.00	10.27	10.32	10.57	10.65	10.70	11.00	11.77	11.80
8	0.64	0.74	1.36	1.63	2.00	2.29	2.56	3.27	3.56	4.00	4.20	4.76	4.97	5.60	6.10	6.10	6.50	7.23	7.50	7.75	8.00	8.20	8.60	8.67	8.70	9.03	9.70	10.10	10.10
9	0.68	0.79	0.80	1.22	1.45	1.64	1.83	2.10	2.50	2.80	2.80	3.48	3.50	3.60	3.75	3.95	4.00	4.04	4.57	4.73	4.80	4.97	5.20	5.25	5.30	5.30	5.56	5.60	5.60
10	1.14	1.71	1.79	1.96	2.27	3.00	3.25	4.00	4.31	4.46	4.66	4.80	6.05	6.38	6.73	6.80	6.80	6.94	7.26	7.53	7.93	8.16	8.27	8.42	8.57	8.60	8.83	9.10	9.70
11		1.30	1.32	1.50	1.79	2.00	2.52	3.18	3.78	4.07	4.29	4.67	5.80	6.20	6.53	6.79	6.97	7.50	8.05	8.30	8.70	9.00	9.07	9.30	9.30	9.40	9.50	9.80	10.10
12	0.89	1.47	1.54	2.28	2.85	3.10	3.78	4.63	4.79	4.98	5.25	5.60	6.30	6.38	6.52	6.80	7.00	7.25	7.66	7.70	7.70	8.07	8.10	8.10	8.50	8.50	8.55	8.85	8.90
13	死亡	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……
14	0.72	1.48	1.70	2.16	2.80	3.26	3.93	4.52	5.00	5.63	6.03	6.77	7.28	8.03	8.40	8.45	9.00	9.10	9.16	9.75	9.80	10.20	10.20	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80
15	0.80	1.39	1.60	2.23	2.62	3.08	3.79	4.29	5.03	5.18	6.03	6.25	7.08	7.10	8.10	8.10	8.60	8.60	9.23	9.45	9.57	9.85	9.85	9.90	10.10	10.10	10.10	10.20	10.20

第7表　　竹瓦温泉における再生芽体実測値（mm）

月日	23/8	26	27	29	31	2/9	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	2/10	4	6	8	10	12	16	20	24
切断后日数 / No.	14	17	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	68	72	76
1	1.1	1.57	2.17	2.51	3.18	3.44	4.08	4.50	4.77	5.76	6.18	6.63	7.29	7.66	7.79	8.00	8.40	8.50	8.56	8.85	9.35	9.64	9.68	10.10	10.15	10.23	10.30	10.40	10.45
2	1.02	1.94	2.09	2.11	3.57	4.05	4.80	5.00	5.54	5.98	6.28	6.50	7.15	7.30	8.00	8.28	8.77	8.86	9.30	9.45	9.96	10.10	10.10	10.30	10.30	10.60	10.83	11.20	11.55
3	1.00	1.74	1.75	2.46	2.68	3.25	3.40	4.00	4.28	4.93	5.08	5.23	5.73	5.80	6.29	6.57	6.60	6.80	7.00	7.17	7.30	7.30	7.57	7.57	7.60	7.60	7.75	7.80	8.00
4	1.51	2.30	2.54	3.10	3.76	4.00	4.78	5.25	5.50	5.80	6.18	6.50	6.80	7.40	7.40	7.58	8.00	8.22	8.50	8.80	9.20	9.20	9.57	9.60	9.60	9.60	9.65	9.70	9.80
5	1.10	1.15	1.64	1.78	2.01	2.60	2.73	3.50	3.75	4.24	4.40	4.55	5.03	5.30	5.40	6.10	6.10	6.23	6.72	7.10	7.27	7.36	7.40	7.68	7.90	7.90	7.90	8.20	8.43
6	1.06	1.56	1.61	2.47	3.30	3.90	4.31	4.76	5.50	6.07	6.13	6.35	7.28	7.60	8.16	8.25	9.05	9.10	9.15	9.16	9.63	9.67	9.80	9.80	9.80	9.80	9.80	9.80	22日死亡
7	0.85	1.69	1.78	1.82	2.80	3.19	3.69	3.87	4.50	5.02	5.14	5.68	6.00	6.43	7.18	7.27	7.70	8.10	8.58	8.81	9.00	9.67	9.67	9.70	9.70	9.70	10.17	10.25	10.30
8	0.54	0.94	1.22	1.54	2.22	2.31	3.00	3.25	3.50	3.76	4.43	4.79	5.95	6.00	6.13	6.50	6.57	7.20	7.52	7.58	7.60	8.06	8.20	8.63	8.65	8.65	8.73	8.75	8.80
9	0.77	1.67	1.75	2.50	3.05	3.28	3.81	4.09	4.71	5.14	5.28	5.53	5.90	6.48	6.85	7.30	7.50	7.60	7.99	8.30	8.45	8.80	8.90	9.03	9.40	9.40	9.80	9.80	10.20
10	0.53	1.31	1.76	2.16	2.68	3.31	4.04	4.29	4.60	5.12	5.38	6.00	6.79	7.10	7.20	7.70	8.07	8.48	8.63	8.88	9.14	9.23	9.65	9.80	10.10	10.10	10.50	10.76	11.00
11	0.34	0.58	0.70	1.19	1.26	1.53	1.78	2.26	2.30	2.50	2.94	3.10	3.20	3.50	3.60	3.80	4.20	4.20	4.50	4.80	死亡	……	……	……	……	……	……	……	……
12	0.48	1.29	1.32	1.73	1.98	2.36	2.59	2.81	3.28	3.87	4.03	4.26	4.77	5.33	5.50	5.74	6.00	6.50	6.60	7.17	8.00	8.10	8.10	8.10	8.15	8.20	8.40	8.45	8.45
13	0.18	1.88	2.27	2.43	2.85	3.22	4.00	4.47	4.81	5.26	5.60	6.08	6.60	6.88	7.00	7.30	7.53	7.58	7.64	8.10	8.10	8.20	8.40	8.40	8.40	8.57	8.65	8.70	8.70
14	1.00	1.53	2.14	2.47	3.07	3.10	3.74	4.75	5.03	5.33	5.75	6.03	6.93	7.28	7.86	8.10	9.00	9.03	9.28	9.66	9.80	9.87	10.10	10.15	10.60	10.60	11.20	11.34	12.10
15	0.85	1.20	1.32	1.78	1.97	2.52	2.97	3.50	3.60	3.98	4.12	4.60	5.06	5.50	5.68	5.79	6.10	6.20	6.50	6.73	7.00	7.30	7.35	7.40	7.40	7.60	7.60	7.60	7.73
16	0.88	1.84	1.89	2.04	2.15	3.06	3.06	3.60	4.30	4.73	4.78	5.03	5.38	6.08	6.15	6.25	6.80	6.96	7.04	7.14	7.30	7.37	7.53	7.60	7.77	7.80	7.80	7.80	7.80

第8表　　淡水における再生芽体実測値（mm）

月日	23/8	26	27	29	31	2/9	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	2/10	4	6	8	10	12	16	20	24
切断后日数 / No.	14	17	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	68	72	76
1	1.40	1.79	2.54	2.70	3.56	3.94	4.48	4.50	5.43	5.60	5.70	5.91	6.29	6.71	7.10	7.10	7.22	7.23	7.78	8.17	8.25	8.40	8.53	8.60	9.20	9.20	9.23	9.25	9.47
2	0.70	1.14	1.50	1.73	2.00	2.30	2.78	3.31	3.69	4.18	4.30	4.74	5.03	5.10	5.26	5.53	6.00	6.17	6.48	6.68	7.08	7.20	7.22	7.24	7.30	7.30	7.33	7.33	7.45
3		0.75	1.13	1.47	1.76	1.79	2.00	2.35	2.82	3.04	3.48	3.85	4.73	5.03	5.58	6.00	6.00	6.35	6.55	7.00	7.57	7.80	8.00	8.18	8.60	8.70	9.00	9.75	10.37
4	0.70	1.33	1.47	1.86	1.96	2.76	3.20	3.76	4.13	4.65	4.75	5.23	5.53	6.10	6.60	6.70	7.45	7.50	8.03	8.21	8.43	8.63	9.10	9.16	9.30	9.65	9.80	9.80	9.80
5	1.12	1.62	1.64	2.17	2.28	2.98	3.30	3.84	4.50	4.79	5.50	5.78	6.20	7.06	7.20	7.30	7.50	7.56	7.80	8.02	8.60	9.10	9.10	9.12	9.43	9.50	9.60	9.75	10.23
6	1.18	1.56	1.64	2.20	2.76	3.25	3.61	3.78	4.25	4.75	5.04	5.26	5.60	6.18	6.55	6.71	7.64	7.79	8.34	8.56	8.83	9.07	9.20	9.56	9.74	9.94	10.00	10.60	10.60
7	0.93	1.26	1.39	1.46	1.62	1.80	2.02	2.28	2.50	2.60	3.12	3.32	4.10	4.25	4.60	4.80	5.40	5.44	6.00	6.10	6.21	6.30	6.70	6.70	6.70	6.95	7.00	7.13	7.13
8	0.78	1.37	1.42	1.62	1.91	2.26	2.42	2.73	3.50	3.74	3.81	4.57	5.03	5.20	5.70	5.75	6.10	6.15	6.30	6.57	6.80	7.37	7.53	7.60	7.60	7.80	8.05	8.50	9.00
9	0.99	1.59	1.63	2.47	2.64	3.46	3.74	4.11	4.50	5.00	5.52	5.92	6.66	7.10	7.60	7.79	8.01	8.50	8.67	9.05	9.40	9.56	9.60	9.65	9.77	9.85	9.86	9.90	10.05
10	0.92	1.37	1.56	2.10	2.29	2.78	3.26	3.70	3.93	4.42	4.64	5.20	5.30	5.98	6.20	6.15	6.20	6.27	6.50	6.55	6.87	7.35	7.40	7.53	7.77	7.80	7.97	8.07	8.10
11	1.21	1.58	1.85	2.28	2.53	3.17	3.76	3.90	4.30	4.98	5.20	5.83	5.95	6.03	6.22	6.23	6.30	6.36	6.63	6.96	7.20	7.47	7.50	7.63	7.70	7.70	7.80	7.90	7.90
12	0.93	1.50	1.53	1.97	2.36	2.82	3.23	3.81	4.39	4.68	5.11	5.57	5.97	6.33	6.60	7.10	7.20	7.48	7.50	7.82	8.08	8.30	8.70	8.80	8.85	8.90	8.96	9.40	9.70
13	1.08	1.31	1.76	1.84	2.14	2.79	3.00	4.00	4.31	4.85	5.40	5.60	6.13	6.35	6.80	7.20	7.80	8.03	8.13	8.26	8.45	8.73	8.90	9.10	9.30	9.30	9.43	9.45	9.50
14		1.39	1.58	1.83	2.60	2.76	3.57	3.77	4.50	4.80	5.21	6.02	6.26	6.89	7.23	7.76	8.50	8.50	8.64	8.65	8.94	9.46	9.77	10.15	10.20	10.20	10.56	11.10	11.10
15	0.67	1.38	1.40	2.16	2.45	3.12	3.22	3.80	4.13	4.50	4.82	5.58	5.93	6.05	6.70	6.78	7.04	7.20	7.78	7.80	7.83	8.20	8.30	8.44	8.50	8.50	8.60	8.60	8.60

第 9 表　　海門寺温泉における体重実測値（g）

月日	4/8	5	7	9	10	12	14	16	18	20	22	23	26	27	29	31	2/9	4	6	8
切断后日数 / No.					切断	2	4	6	8	10	12	14	17	18	20	22	24	26	28	30
1	4.3	4.3	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.7	3.8	3.9	4.0	3.9	3.9	3.8	3.7	3.8	3.9	4.0	3.9	3.8
2	2.7	2.5	2.75	2.8	2.6	2.6	2.6	2.75	2.5	2.7	2.7	2.6	2.8	2.6	2.7	2.8	2.8	2.7	2.7	2.8
3	3.1	3.0	3.1	3.4	3.15	2.8	3.1	3.2	3.5	3.4	3.5	3.4	3.6	3.5	3.4	3.4	3.5	3.7	3.6	3.4
4	2.9	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	3.2	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9
5	3.8	3.75	3.7	3.8	3.5	3.7	3.8	3.9	3.8	3.8	3.5	3.7	3.75	3.6	3.6	3.8	4.1	3.9	3.8	3.8
6	3.3	3.3	3.1	3.1	3.0	3.05	2.95	3.25	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.05	3.0	3.0	3.0	3.15	3.3	3.0
7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.55	2.7	2.6	2.7	2.85	2.8	2.7
8	3.2	3.25	3.2	3.15	3.15	2.95	2.9	2.9	2.8	2.8	2.9	2.8	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.95	2.9	2.9
9	3.4	3.4	3.3	3.5	3.3	3.4	3.7	3.3	3.35	3.5	3.5	3.4	3.4	3.35	3.4	3.6	3.5	3.6	3.5	3.5
10	2.4	2.3	2.35	2.35	2.3	2.2	2.2	2.3	2.2	2.3	2.1	2.0	2.2	2.1	2.2	2.2	2.25	2.2	2.1	2.1
11	3.2	3.2	3.4	3.4	3.3	3.2	3.2	3.3	3.3	3.5	3.2	3.2	3.5	3.35	3.3	3.2	3.6	3.75	3.7	3.5
12	2.9	2.95	2.8	3.3	3.1	3.0	3.0	3.05	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.15	3.2	3.1	3.3	3.6	3.4
13	2.6	2.6	2.5	2.4	2.35	2.3	2.3	2.4	2.15	2.4	2.4	2.4	2.5	2.3	2.1	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
14	2.7	2.65	2.8	2.7	2.5	2.7	2.6	2.45	2.4	2.5	2.6	2.5	2.55	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	2.8
15	2.6	2.6	2.55	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.8	3.0	3.0	2.9	2.8	2.75	2.8	2.8	2.9	3.1	3.1	3.1

月日	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	2/10	4	6	8	10	12	16	20	24
切断后日数 / No.	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	68	72	76
1	3.8	3.9	4.0	4.0	4.4	4.35	4.2	4.1	4.1	4.0	4.1	4.2	4.2	4.1	4.15	4.3	4.3	4.3	4.5	4.7
2	2.9	2.8	2.7	2.7	2.7	2.65	2.7	2.75	2.7	2.7	2.65	2.8	3.0	2.85	2.7	2.7	2.5	2.6	2.4	2.6
3	3.5	3.6	3.6	3.5	3.7	3.7	3.7	3.7	3.9	3.8	3.8	3.9	4.05	4.1	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1	4.25
4	2.9	2.9	3.0	2.95	3.0	2.8	2.8	2.8	2.75	2.85	2.8	2.7	2.7	2.8	2.65	2.75	2.65	2.7	2.7	2.6
5	3.7	3.6	3.85	3.35	3.95	4.0	3.9	3.85	3.9	3.85	3.35	4.0	4.0	4.0	4.0	4.05	4.0	4.05	4.0	4.2
6	3.0	3.45	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.4	3.45	3.5	3.6	3.5	3.5	3.55	3.5
7	2.7	2.75	2.7	2.7	2.7	2.65	2.6	2.6	2.6	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.55	2.6	2.5	2.6	2.4	2.5
8	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	2.95	2.9	2.85	2.9	2.75	2.75	2.9	2.9	2.8	2.8	3.0	2.8	2.75	2.75	2.85
9	3.6	3.3	3.8	3.9	3.8	3.7	3.7	3.6	3.6	3.5	3.55	3.9	3.9	3.7	3.6	3.7	3.55	3.7	3.3	3.45
10	2.1	2.2	2.3	2.2	2.2	2.25	2.15	2.15	2.1	2.05	2.1	2.05	2.0	2.0	1.9	1.8	2.0	1.9	1.9	2.0
11	3.5	3.5	3.4	3.6	3.45	3.45	3.45	3.4	3.3	3.3	3.25	3.25	3.3	3.2	3.2	3.3	3.15	3.0	3.1	2.9
12	3.7	3.6	3.7	3.7	3.75	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	4.0	4.0	3.9	3.9	4.05	4.0	4.0	4.2	4.2
13	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.3	2.25	2.3	2.35	2.5	2.5	2.55	2.4	2.45	2.4	2.4	2.5	2.6
14	2.9	2.85	2.8	2.7	2.9	3.0	3.0	2.85	2.85	2.8	2.7	2.65	2.8	2.8	2.7	2.6	2.5	2.7	2.6	2.75
15	3.1	3.2	3.3	3.3	3.6	3.3	3.3	3.35	3.3	3.3	3.3	3.3	3.6	3.5	3.5	3.7	3.6	3.6	3.55	3.5

第10表　　柳温泉における体重実測値（g）

月日	4/8	5	7	9	10	12	14	16	18	20	22	23	26	27	29	31	2/9	4	6	8
切断后日数 / No.					切断	2	4	6	8	10	12	14	17	18	20	22	24	26	28	30
1	4.8	4.8	4.8	5.2	4.9	4.7	5.0	4.9	4.85	4.8	4.7	4.7	5.0	4.8	4.5	4.7	4.7	4.5	4.6	4.6
2	3.5	3.5	3.55	3.7	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.7	3.6	3.7	3.6	3.5	3.5	3.5	3.55	3.5	3.6
3	3.6	3.5	3.45	3.4	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.6	3.5	3.5	3.6	3.4	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.45
4	2.2	2.2	2.15	2.2	1.85	2.4	2.2	2.25	2.1	2.35	2.1	2.0	2.25	2.2	2.1	2.2	2.2	2.0	2.2	2.2
5	1.7	1.7	1.9	1.9	1.85	1.8	1.85	2.0	1.9	1.7	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.85	1.9	1.9	1.7	1.65
6	3.5	3.3	3.5	3.5	3.3	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.5	3.35	3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2
7	2.3	2.1	2.5	2.45	2.5	2.3	2.5	2.3	2.5	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.5	2.6	2.7	2.7	2.5	2.8
8	2.5	2.5	2.7	2.7	2.45	2.6	2.4	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.7	2.6	2.7	2.8	2.8	2.75
9	4.1	4.05	4.0	4.0	3.7	3.9	3.8	4.2	3.9	4.0	3.8	3.7	3.9	3.7	3.8	3.5	3.7	3.8	3.8	3.6
10	2.8	2.7	2.8	2.75	2.55	2.5	2.65	2.65	2.5	2.6	2.6	2.5	2.8	2.7	2.5	2.6	2.8	2.8	2.8	2.7
11	2.65	2.65	2.65	2.6	2.4	2.5	2.5	2.7	2.7	2.75	2.6	2.6	2.8	2.7	2.7	2.75	2.65	2.8	2.7	2.8
12	2.4	2.45	2.6	2.8	2.55	2.55	2.6	2.5	2.55	2.7	2.5	2.45	2.7	2.6	2.6	2.7	2.8	2.7	2.7	2.8
13	1.6	1.5	1.6	1.5	1.35	1.5	1.4	1.4	死亡	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……
14	1.6	1.7	1.7	1.8	1.5	1.8	1.85	1.9	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.3	2.4	2.3	2.3	2.3
15	2.2	2.2	2.1	2.4	2.2	2.2	2.4	2.3	2.1	2.3	2.2	2.2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.6	2.6	2.55	2.5

月日	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	2/10	4	6	8	10	12	16	20	24
切断后日数 / No.	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	68	72	76
1	4.5	4.7	4.5	4.5	4.7	4.7	4.8	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	4.7	4.65	4.65	4.65	4.5	4.6	4.75
2	3.7	4.0	3.8	3.9	3.5	3.8	3.8	3.7	3.6	3.7	3.65	3.6	3.6	3.5	3.65	3.7	3.7	3.7	3.65	3.65
3	3.5	3.55	3.45	3.7	3.8	3.8	3.6	3.5	3.5	3.6	3.75	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.75	3.7	3.85	4.05
4	2.1	2.2	2.1	2.4	2.2	2.25	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.2	2.4	2.3	2.35	2.35	2.5	2.55	2.65
5	1.8	1.7	1.6	1.7	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.7	死亡	……	……	……	……	……	……
6	3.1	3.05	3.0	2.8	2.9	3.0	2.9	3.05	2.95	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0
7	2.7	2.8	2.8	2.7	2.6	2.8	2.9	2.9	2.9	2.8	2.85	2.9	3.0	2.9	3.05	3.1	2.9	3.0	3.2	3.3
8	2.8	2.9	2.8	2.9	3.0	3.15	3.0	3.0	3.2	3.3	3.3	3.3	3.4	3.6	3.8	3.85	3.7	3.7	3.7	3.85
9	3.5	3.55	3.2	3.4	3.5	3.5	3.55	3.4	3.5	3.4	3.4	3.35	3.3	3.35	3.3	3.3	3.3	3.4	3.2	3.35
10	2.55	2.8	2.6	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.8	2.7	2.75	2.8	2.85	2.75	2.65	2.7	2.7	2.7	2.7	2.95
11	2.8	2.8	2.6	2.9	2.8	2.9	2.7	2.9	2.9	2.7	2.7	2.75	2.9	2.85	2.9	2.95	2.95	3.0	2.95	3.2
12	2.6	2.7	2.5	2.75	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6	2.6	2.65	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7	2.8	2.75	2.7	2.85
13	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……
14	2.4	2.5	2.4	2.75	2.8	2.8	2.75	2.6	2.45	2.3	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.55	2.5	2.55
15	2.7	2.75	2.6	2.8	2.8	2.9	2.7	2.75	2.9	2.8	2.8	2.8	3.0	2.8	2.85	2.7	2.7	2.9	3.1	2.9

第11表　　竹瓦温泉における体重実測値 (g)

月日	4/8	5	7	9	10	12	14	16	18	20	22	23	25	27	29	31	2/2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	2/10	4	6	8	10	12	16	20	24
No. 切断后日数					切断	2	4	6	8	10	12	14	17	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	68	72	76
1	5.7	5.3	5.3	5.5	5.1	5.15	4.9	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.0	4.9	4.9	5.0	4.85	4.8	4.8	4.9	5.1	5.0	5.0	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.6	4.65	4.6	4.95	4.8	4.8	4.7	4.75	4.65	4.6	4.8
2	4.4	4.3	4.3	4.2	4.0	4.2	4.2	4.0	4.1	4.2	4.3	4.2	4.5	4.3	4.4	4.5	4.7	4.5	4.5	4.6	4.9	4.9	4.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.65	4.7	4.7	4.7	5.0	5.2	5.15	5.05	5.1	5.0	5.2	5.3
3	3.4	3.3	3.2	3.3	3.0	3.1	3.0	3.1	3.0	3.0	3.2	3.05	3.1	2.9	2.9	2.9	3.0	2.8	2.85	3.1	3.0	2.9	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.75	2.75	2.75	2.7	2.65	2.65	2.7	2.6	2.7	2.7	2.6	2.65	2.5
4	3.3	3.4	3.35	3.5	3.45	3.6	3.6	3.6	3.7	3.5	3.5	3.4	3.5	3.5	3.4	3.5	3.6	3.4	3.6	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.5	3.55	3.5	3.4	3.4	3.45	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.55	3.5	3.5	3.45	3.4
5	2.3	2.3	2.3	2.25	2.2	2.4	2.2	2.0	2.1	2.2	2.0	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.1	2.0	2.2	2.0	2.0	2.0	2.2	2.1	2.15	2.1	2.0	2.1	2.1	2.2	2.35	2.4	2.45	2.3	2.3	2.55	2.5
6	2.3	2.4	2.4	2.5	2.1	2.3	2.15	2.2	2.2	2.5	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.2	2.35	2.3	2.35	2.5	2.45	2.6	2.4	2.8	2.6	2.6	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.3	2.4	2.45	2.3	2.4	2.3	22日死亡
7	1.8	1.7	1.9	1.9	1.9	2.1	2.0	2.1	2.0	2.1	1.9	1.8	2.2	2.0	2.2	2.05	2.05	2.2	2.3	2.25	2.4	2.65	2.5	2.6	2.45	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.45	2.7	2.9	2.8	2.9	2.85	2.8	2.75	2.85
8	2.6	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.55	2.7	2.5	2.5	2.7	2.6	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.6	2.5	2.8	2.6	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.25	2.2	2.2	2.55	2.2	2.1	2.1	2.05	1.95
9	2.5	2.4	2.5	2.6	2.65	2.65	2.55	2.55	2.7	2.7	2.7	2.6	2.7	2.6	2.65	2.6	2.65	2.7	2.65	2.8	2.75	2.9	2.5	2.7	2.8	2.8	2.8	2.9	2.85	2.9	2.8	2.8	2.85	3.2	3.2	3.3	3.2	3.1	3.3	3.35
10	2.8	2.7	2.6	2.7	2.6	2.6	2.5	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.7	2.5	2.5	2.5	2.65	2.6	2.6	2.6	2.55	2.7	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.3	2.35	2.4	2.4	2.5	2.6	2.7	2.3	2.7	2.7	2.8	2.65	2.5
11	2.9	2.9	2.8	2.8	2.80	2.7	2.7	2.8	2.75	2.5	2.6	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.7	2.6	2.5	2.6	2.4	2.6	2.5	2.5	2.4	2.3	2.35	2.3	2.4	2.4	死亡	……	……	……	……	……	……	……
12	1.7	1.8	1.7	1.65	1.55	1.5	1.4	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.7	1.55	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.35	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.4	1.6	1.5	1.45	1.4	1.4
13	2.1	2.2	2.2	2.55	2.2	2.0	2.2	2.1	2.1	2.1	2.3	2.1	2.25	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	2.2	2.05	2.05	2.2	2.2	2.0	2.2	2.1	2.05	2.1	2.15	2.05	2.0	2.2	2.0
14	2.8	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.7	2.5	2.6	2.5	2.4	2.35	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.65	2.6	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.7	2.9	3.0	2.85	2.9	2.8	3.0	2.8	2.8
15	2.3	2.2	2.4	2.6	2.4	2.4	2.5	2.7	2.4	2.5	2.3	2.3	2.4	2.35	2.2	2.3	2.3	2.4	2.3	2.2	2.2	2.4	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.0	1.95	2.1	2.05	2.0	1.95	1.75
16	1.8	2.0	2.1	2.0	2.1	2.15	2.1	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	2.1	2.0	1.95	2.0	2.0	1.85	1.85	1.8	1.8	1.8	1.75	1.9	1.8	1.8	1.75	1.8	1.9	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.75	1.8	1.8	1.6

第12表　　淡水における体重の実測値 (g)

月日	4/8	5	7	9	10	12	14	16	18	20	22	23	26	27	29	31	2/2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	2/10	4	6	8	10	12	16	20	24
No. 切断后日数					切断	2	4	6	8	10	12	14	17	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	68	72	76
1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.05	3.1	3.0	3.0	3.0	3.1	2.9	2.9	3.0	3.1	2.9	2.9	3.0	3.2	3.2	3.2	3.7	3.2	3.3	3.3	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.15	3.15	3.0	3.0	2.9	3.0	3.25	3.05
2	2.4	2.4	2.3	2.5	2.3	2.0	2.2	2.1	2.4	2.4	2.35	2.3	2.45	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6	2.4	2.3	2.4	2.2	2.4	2.4	2.4	2.45	2.45	2.5	2.5	2.35	2.6	2.6	2.45	2.45	2.45	2.5	2.6	2.6	2.45
3	4.2	4.1	3.9	3.9	3.8	3.6	3.6	3.8	3.9	3.8	3.8	3.7	3.8	3.6	3.7	3.6	3.8	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.5	3.6	3.7	3.75	3.75	3.8	3.9	3.7	3.7	3.7	3.7	4.0	3.9	3.85	3.8	3.8	3.9	4.05
4	4.1	3.9	3.8	4.2	4.0	4.0	3.9	4.0	4.1	4.1	4.1	4.0	4.0	4.0	4.15	4.0	4.2	4.5	4.5	4.7	4.5	4.5	4.3	4.5	4.5	4.6	4.5	4.6	4.55	4.65	4.6	4.5	5.15	5.0	4.85	4.85	4.95	5.0	4.9	4.9
5	2.8	2.9	3.0	2.7	2.45	2.6	2.7	2.6	2.9	2.7	2.8	2.6	2.85	2.75	2.6	2.75	2.95	2.9	2.75	2.75	2.95	2.9	3.0	2.95	2.8	2.9	2.95	3.0	3.0	2.95	2.95	2.95	3.05	3.2	3.1	2.95	3.0	2.9	2.95	3.0
6	3.7	3.6	3.5	3.5	3.34	3.3	3.3	3.4	3.35	3.5	3.5	3.4	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.6	3.4	3.5	3.65	3.3	3.5	3.55	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.6	3.5	3.5	3.45	3.55	3.4	3.55
7	2.85	2.9	3.0	3.05	2.6	2.8	2.9	2.9	3.1	3.0	2.85	2.9	3.0	3.0	3.1	3.05	3.1	3.2	3.3	3.1	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5	3.4	3.45	3.5	3.7	3.7	3.8	3.65	3.6	3.6	3.6	4.5
8	3.5	3.6	3.3	3.6	3.65	3.4	3.55	3.6	3.5	3.6	3.5	3.5	3.7	3.6	3.6	3.7	4.0	3.85	3.8	3.8	3.6	3.7	3.6	3.7	3.9	3.8	3.8	3.9	3.7	3.7	3.7	3.8	4.1	4.1	4.05	4.0	4.0	4.0	3.9	4.3
9	2.8	2.5	2.5	2.6	2.35	2.6	2.5	2.7	2.6	2.7	2.6	2.5	2.8	2.6	2.7	2.5	2.7	2.65	2.7	2.7	2.8	2.75	2.5	2.5	2.8	2.75	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	2.5	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4
10	2.4	2.2	2.2	2.25	2.25	2.2	2.3	2.4	2.0	2.2	2.05	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.95	2.0	1.9	1.9	2.0	1.9	2.0	1.85	2.0	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.9	2.0	1.8	1.8	1.85	1.9	2.0	1.95	1.7
11	2.8	2.7	2.9	2.6	2.45	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.8	2.7	2.9	2.6	2.7	2.65	2.5	2.7	2.6	2.6	2.4	2.6	2.5	2.5	2.6	2.6	2.65	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.65	2.45
12	2.95	3.0	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	2.85	3.0	3.1	3.0	3.1	3.0	3.0	3.15	3.15	3.1	3.0	3.05	3.0	3.15	3.1	3.1	3.2	3.0	3.0	3.1	3.0
13	2.7	2.7	2.65	2.7	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.6	2.5	2.5	2.55	2.5	2.7	2.7	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5	2.7	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.7	2.65	2.7	2.75	2.7	2.7	2.8	2.65
14	3.3	3.3	3.4	3.2	3.05	2.9	3.1	3.3	3.3	3.3	3.0	3.2	3.3	3.25	3.3	3.2	3.25	3.35	3.5	3.3	3.3	3.2	3.0	3.2	3.3	3.35	3.4	3.4	3.4	3.45	3.35	3.3	3.4	3.6	3.5	3.4	3.4	3.5	3.35	3.5
15	3.6	3.45	3.3	3.4	3.15	3.1	3.0	3.0	3.0	3.15	2.8	2.8	3.0	3.0	2.8	2.9	3.0	2.9	3.0	2.85	2.9	2.8	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	3.0	2.95	2.9	2.9	2.9	3.0	3.1	2.9	2.9	2.9	2.85	2.9	2.85

上記の方法により各々の再生芽体の長さを76日間の測定値を図示した所では三つの温泉も、淡水も共に対数曲線を画いている。（第一図～第四図）その実測値は第5表から第8表通りである。（単位mm）

ii) 体重の変化

既に述べたように〃いもり〃1匹宛換水時、上皿天秤で測定する。測定期間は8月4日より10月24日迄80日間行つた。実測値は次の通り（単位グラム）

再生芽体の長さについては各温泉とも淡水に比べ分散に有意差があるので、Cochran-Coxのt検定[44]に従つた。結果を総括すると次の如くである。

海門寺温泉は淡水に比べ推計学的に5％の危険率で有意の差を以つて再生芽体の生長を促進する。竹瓦温泉、及び柳温泉は淡水に比べて特に有意差を示さない。

第13表　再生芽体生長量

実験期間　28.8.4～28.10.24（切断後76日間）

最高 28°C　最低 18.2°C　平均温度 24.3°C

	n	df	平均($\bar{x}$)	$\Sigma(\bar{x}-x)^2$	$S^2\bar{X}$	t (0.05)
海門寺温泉	15	14	10.07	71.89	0.342	2.131
柳温泉	13	12	9.62	31.75	0.204	2.160
竹瓦温泉	14（死亡の2例を除く）	13	9.52	27.54	0.151	2.145
淡水	15	14	9.27	19.19	0.091	2.131

Cochran Cox 検定結果（危険率5％）

海門寺温泉 ＞ 淡水
柳温泉 ＝ 淡水
竹瓦温泉 ＝ 淡水

体重については76日目に於て切断時より体重の増加したもの海門寺温泉では 9、竹瓦温泉では 5、柳温泉では11、淡水は10、減少したもの海門寺温泉 5、竹瓦温泉 8、柳温泉 3、淡水 2、変化のないものは海門寺温泉 1、柳温泉 0、竹瓦温泉 1、淡水 3であつた。

5. 考察

本項に於ては再生芽体の生長に対する温泉作用に何かの特徴があるかどうかを調べるために再生芽体の生長に対する影響を詳細に検討したい。

i) 温泉作用形式の特徴

a) 温泉作用の「慣れ」の現象

今、各温泉及び淡水における各々の〃いもり〃の再生芽体の長さについて切断した日より16日目までの生長の長さ、即ち16日目の測定値について見ると切断後より76日目までの再生芽体の生長が示すと同様に海門寺温泉は淡水に比べ有意の差を以つて促進する。

竹瓦温泉、柳温泉は16日目の測定値に於ても淡水と有意差を示さない点は76日間測定した所と全く同一の結果である。

第14表　再生芽体生長量

実験期間　28.8.4～28.8.26（切断後16日間）

平均温度 28.7°C

	n	df	平均($\bar{x}$)	$\Sigma(\bar{x}-x)^2$	$S^2\bar{X}$	t (0.05)
海門寺温泉	15	14	1.72	3.44	0.0164	2.131
柳温泉	13	12	1.47	2.64	0.0169	2.160
竹瓦温泉	14	13	1.57	1.96	0.0108	2.145
淡水	15	14	1.40	0.66	0.0031	2.131

Cochran Cox 検定結果（危険率5％）

海門寺温泉 ＞ 淡水
柳温泉 ＝ 淡水
竹瓦温泉 ＝ 淡水

所が試みに切断后76日目の測定値から16日目の測定値を減じた値、換言すると切断後16日から76日目までの再生芽体の生長について見ると、先に明らかに再生を促進し得た海門寺温泉も、叉再生促進を認めない竹瓦、柳両温泉も淡水に比較して全く有意差を示さないのである。

第15表　再 生 芽 体 生 長 量

実験期間　28.8.27～28.10.24(切断後16日より76日まで60日間)

平均温度22.5°C

	n	df	平均(x)	Σ $(\bar{x}-x)^2$	$S^2\bar{X}$	t (0.05)
海門寺温泉	15	14	8.31	58.87	0.280	2.131
柳 温 泉	13	12	8.15	22.77	0.146	2.160
竹瓦温泉	14	13	7.95	25.27	0.139	2.145
淡　水	15	14	7.87	20.04	0.095	2.131

Cochran Cox 検定結果

海門寺温泉 ＞ 淡水
柳 温 泉 ＝ 淡水
竹瓦温泉 ＝ 淡水

結局、海門寺温泉の再生促進作用もその作用をうけ、再生芽体の生長が淡水に比し促進されたのは切断後16日前後までである。その後に於ては単にその結果が持続する事によつて全体として再生促進をあらわすものと云えよう。一般に温泉療法の途中、温泉作用がある期間持続すると次第にその効果が薄れて来る事は既に「慣れ」の現象としてよく知られている。この実験に於ける場合の海門寺温泉の作用においても、切断后或る期間に作用があらわれ、その後には特に再生促進が認められない点からやはり「慣れ」の現象が存在したと解すべきであろう。

(b) 温泉作用に於ける個体差

温泉作用が再生芽体生長に及ぼす影響の一つには淡水の場合に比べて温泉の場合の方に個体差が著しくあらわれると云う事である。即ち3温泉における再生芽体の長さの分散について調べてみると、切断後16日までの前期に於いて海門寺温泉、柳温泉は1%の危険率で、竹瓦温泉では5%の危険率で淡水に比べ有意の差を示す。

第16表　切 断 後 1 6 日 の 場 合

海門寺温泉と淡水

$$F = \frac{\text{海門寺温泉}}{\text{淡水}} = \frac{0.246}{0.047}$$
$=5.23$

自由度 $\begin{cases}\text{海門寺}=14\\ \text{淡　水}=14\end{cases}$

1%で有意差あり

柳温泉と淡水

$$F = \frac{\text{柳　温　泉}}{\text{淡　　水}} = \frac{0.22}{0.047}$$
$=4.68$

自由度 $\begin{cases}\text{柳}\ =12\\ \text{淡　水}=14\end{cases}$

1%で有意差あり

竹瓦温泉と淡水

$$F = \frac{\text{竹瓦温泉}}{\text{淡　　水}} = \frac{0.151}{0.047}$$
$=3.21$

自由度 $\begin{cases}\text{竹　瓦}=13\\ \text{淡　水}=14\end{cases}$

5%で有意差あり
1%で有意差なし

第17表　切 断 後 16日以降60日間の場合

海門寺温泉と淡水

$$F = \frac{\text{海門寺温泉}}{\text{淡　　水}} = \frac{4.205}{1.431}$$
$=2.94$

自由度 $\begin{cases}\text{海門寺} = 14\\ \text{淡　水} = 14\end{cases}$

5%で有意差あり

柳温泉と淡水

$$F = \frac{\text{柳　温　泉}}{\text{淡　　水}} = \frac{1.898}{1.431}$$
$=1.33$

自由度 $\begin{cases}\text{柳} = 12\\ \text{淡　水} = 14\end{cases}$

有意差なし

竹瓦温泉と淡水

$$F = \frac{\text{竹瓦温泉}}{\text{淡　　水}} = \frac{1.944}{1.431}$$
$=1.36$

自由度 $\begin{cases}\text{竹　瓦} = 13\\ \text{淡　水} = 14\end{cases}$

有意差なし

切 断 後 7 6 日 間 の 場 合

海門寺温泉と淡水

$$F = \frac{\text{海門寺温泉}}{\text{淡　　水}} = \frac{5.135}{1.371}$$
$=3.75$

自由度 $\begin{cases}\text{海門寺} = 14\\ \text{淡　水} = 14\end{cases}$

1%で有意差あり

柳温泉と淡水

$$F = \frac{\text{柳　温　泉}}{\text{淡　　水}} = \frac{2.646}{1.371}$$
$=1.93$

自由度 $\begin{cases}\text{柳} = 12\\ \text{淡　水} = 14\end{cases}$

有意差なし

竹瓦温泉と淡水

$$F = \frac{\text{竹瓦温泉}}{\text{淡　　水}} = \frac{2.112}{1.371}$$
$=1.36$

自由度 $\begin{cases}\text{竹　瓦} = 13\\ \text{淡　水} = 14\end{cases}$

有意差なし

この事実は現実的に個々の〃いもり〃に対して温泉は淡水の場合よりも再生芽体生長の度合に差異を生ずる場合が多いのである。換言すると再生芽体の生長に個体差が強く現れるのである。この点は温泉作用の特徴の一つであると思われる。近来、温泉作用にあらわれる個体差が問題となつている折から興味ある事である。

このような個体差は再生芽体生長に促進作用を示す影響の大きな海門寺温泉に於て著しい。

所がこのような温泉作用の特徴である分散の差異も、後期即ち切断後16日以後76日までの再生芽体生長の長さについてその分散を調べると、竹瓦温泉、柳温泉は5%の危険率で淡水に比べ有意差がない。この点はやはり「慣れ」の現象があつたと思われる。その結果、全期間を通じてみると、海門寺温泉が5%の危険率で淡水に比べ有意差を示すのみで柳、竹瓦両泉は淡水と分散に有意差を示していない。ひとり海門寺温泉のみは後期でも1%では有意差なく、5%の危険率で有意差が認められる。之は海門寺温泉の再生芽体生長に及ぼす作用が強いために切断後16日以後もその影響が大きく現れる為と思われる。

ii)　全身の発育との関係

温泉の作用は単に局所作用に止まらない。泉[45]は創傷部を「オレフ油絆創膏」で蓋い、全身浴をなさしめ、良好な成績をあげた。その他多数の動物実験、或は臨床経験にてらしても温泉作用は全身に対する影響を除外しては考えられない。この点を考えれば温泉の全身作用が"いもり"の発育を促進し、それにつれて再生芽体の生長が促進されるのではないかと云う疑問は当然出て来る。又、温泉作用とは無関係な"いもり"の発育も同時に再生芽体の生長を促進するのではないか。以上の諸点について再生芽体の計測時に同時に測定した体重との間の相関関係を個々の"いもり"につき調べて見た。調査に当つては体重が日によつてかなりの動揺を示すため、切断直后の5日間の体重の平均値と、切断后76日目の前5回目までの体重の平均値を比較し、その増減値と再生芽体の生長量との間に「スピアマンの方法」[46]に

第18表　　海門寺温泉

No.	G_1	G_2	G_1-G_2	X	L	Y	d	d^2
1	3.76	4.42	0.66	5	10.30	8	—3	9
2	2.62	2.56	-0.06	13	8.70	11	2	4
3	2.97	4.13	1.16	1	7.65	13	—12	144
4	2.78	2.68	-0.1	15	9.60	10	5	25
5	3.68	4.06	0.38	7	10.50	7	0	0
6	2.98	3.53	0.55	6	12.35	2	4	16
7	2.52	2.52	0	12	7.80	12	0	0
8	2.91	2.83	-0.08	14	5.70	15	—1	1
9	3.42	3.54	0.12	10	12.00	4	6	36
10	2.16	2.52	0.36	8	7.50	14	—6	36
11	2.28	3.09	0.8	4	12.00	4	0	0
12	2.98	4.09	1.11	2	12.00	4	—2	4
13	2.32	2.47	0.15	9	9.85	9	0	0
14	2.55	2.63	0.08	11	11.10	6	5	25
15	2.58	3.59	1.01	3	14.00	1	2	4

$\gamma s=0.457$

G_1　始の体重（10/8. 11/8. 12/8. 13/8. 14/8. の体重平均）

G_2　後の体重（24/10. 20/10. 16/10. 12/10. 10/10. の体重平均）

$G_1—G_2$　体重の増減値

X　体重増減値の順位

L　再生芽体生長量

Y　再生芽体生長量の順位

d　X—Y

γs　スピアマンの相関係数

第19表　　柳温泉

No.	G_1	G_2	G_1-G_2	X	L	Y	d	d^2
1	4.76	4.63	-0.13	11	7.50	12	-1	1
2	3.42	3.68	0.26	8	10.60	4	4	16
3	3.19	3.85	0.66	3.5	8.75	11	-7.5	56.25
4	2.13	2.52	0.39	7	11.00	2	5	25
5	3.35	2.96	-0.39	12	10.00	8	4	16
6	2.44	3.10	0.66	3.5	11.80	1	2.5	6.25
7	2.48	3.76	1.28	1	10.10	6.5	-5.5	30.25
8	3.75	3.31	-0.44	13	5.60	13	0	0
9	2.54	2.75	0.21	10	9.70	9	1	1
10	2.46	3.01	0.55	6	10.10	6.5	-0.5	0.25
11	2.54	2.76	0.22	9	8.90	10	-1	1
12	1.71	2.48	0.77	2	10.80	3	-1	1
13	2.22	2.86	0.64	5	10.20	5	0	0

$\gamma s=0.56$

より相関係数を求め5％の危険率では 0.714、1％の危険率では0.857以上を相関ありとした。

以上の結果を総括すると、淡水に於ては体重の増減と再生芽体生長との間には全く相関関係を認めない。即ち一般に再生は全身の発育とは無関係に行われるものである。しかし乍ら温泉に於ては相関係数が淡水より大きくなつており、海門寺温泉、柳温泉は5％の危険率で相関を認める。之等の点からすると、温泉の再生芽体生長に及ぼす影響は淡水の場合とは異り、全身的影響が加わつて特異な作用形式をもつのではないかと想像され、温泉作用の複雑さを示していると思う。

第20表　竹瓦温泉

No.	G_1	G_2	G_1-G_2	X	L	Y	d	d^2
1	5.05	4.70	0.35	5	10.45	4	1	1
2	4.11	5.13	1.02	1	11.55	2	-1	1
3	3.02	2.63	-0.39	12	8.00	12	0	0
4	3.41	3.46	-0.05	10	9.80	7	3	9
5	2.27	2.42	0.15	6	8.43	11	-5	25
6	1.94	2.83	0.89	2	10.30	5	-3	9
7	2.60	2.08	-0.52	14	8.80	8	6	36
8	2.57	3.28	0.71	3	10.20	6	-3	9
9	2.58	2.67	0.09	7	11.00	3	4	16
10	1.45	1.47	0.02	8	8.45	10	-2	4
11	2.12	2.08	-0.04	9	8.70	9	0	0
12	2.42	2.86	0.44	4	12.10	1	3	9
13	2.45	1.97	-0.48	13	7.73	14	-1	1
14	2.09	1.75	-0.34	11	7.80	13	-2	4

$\gamma s=0.73$

第21表　淡　水

No.	G_1	G_2	G_1-G_2	X	L	Y	d	d^2
1	2.93	3.04	0.11	11	9.47	9	2	4
2	2.10	2.52	0.42	6	7.45	14	-8	64
3	3.64	3.88	0.24	9	10.37	3	6	36
4	2.92	4.88	0.96	1	9.80	6	-5	25
5	2.55	2.96	0.41	7	10.23	4	3	9
6	3.31	3.49	0.18	10	10.60	2	8	64
7	2.76	3.59	0.83	2	7.13	15	-13	169
8	3.50	4.04	0.54	3	9.00	10	7	49
9	2.47	2.44	-0.03	13	10.05	5	8	64
10	2.15	1.88	-0.27	15	8.10	12	3	9
11	2.53	2.52	-0.01	12	7.90	13	-1	1
12	2.62	3.10	0.48	4	9.70	7	-3	9
13	2.41	2.72	0.31	8	9.50	8	0	0
14	2.99	3.43	0.44	5	11.10	1	4	16
15	3.07	2.88	-0.19	14	8.60	11	3	9

$\gamma s=0.06$

iii)　雌雄の別による差異

"いもり"の尾は雄の方が稍々巾がひろく上下に鰭状になつており、その組織は結合織である。このような形態の差をもつているので、一応各温泉毎に雌雄の別につき再生芽体の生長を調べてみると、何れも差異を認め得ない。

第22表

	淡水		竹瓦温泉		柳温泉		海門寺温泉	
No	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1	9.47	7.45	10.45	8.43	11.00	7.50	10.30	7.65
2	9.80	10.37	11.55	10.30	10.00	10.60	8.70	10.50
3	9.00	10.23	8.00	10.20	11.80	8.75	9.60	12.35
4	8.10	10.60	9.80	8.45	5.60	10.10	7.80	12.00
5	9.50	7.13	8.80	7.80	9.70	10.50	5.70	12.00
6	11.10	10.05	11.00		10.20	8.90	12.00	7.50
7	8.60	7.90	8.70			10.80	9.85	
8		9.70	12.10				11.10	
9			7.73				14.00	
$\bar{x}$	9.37	9.18	9.79	9.04	9.88	9.59	9.89	10.33

6　小　括

(1)　温泉の再生現象に及ぼす影響を調べる目的で、別府市内の3種の中性泉を選び、"いもり"の尾を切断し、この中で飼育し、再生芽体の長さを測定した。

(2)　海門寺温泉（単純泉）は淡水に比べ再生促進作用を示す。

(3)　竹瓦温泉女子浴場（含食塩重曹炭酸鉄泉）柳温泉（含食塩土類泉）は淡水に比べ再生促進作用を示さない。

(4)　海門寺温泉の再生促進作用は切断後ある期間に限られ、それ以後は特に淡水に比べ差異を示さない。

(5)　温泉作用は再生に対する個体差を強く

示す。

(6)温泉作用の個体差は再生促進作用の強い海門寺温泉に著しい。

(7)温泉作用は「慣れ」の現象を伴う。

(8)淡水の場合、再生芽体生長の度合は全身の発育の度合とは無関係であるが、温泉の場合、再生芽体生長に及ぼす作用には全身的影響が加わり、その作用機転も複雑化していると思われる。

(9)温泉の再生促進作用には雌雄の別による差異は示さない。

第3章 被検温泉及び淡水における再生芽体生長過程の組織学的所見

1. まえがき

本章においては海門寺温泉、竹瓦温泉、柳温泉につき淡水を対照とし〃いもり〃 *Triturus pyrrhogaster* を用い、尾を切断し、一定期間毎に組織標本を作り、再生芽体生長の過程を組織学的に調べ、各温泉及淡水間に再生芽体生長の途中に於て組織学的に差異があるのか、更に進んで或種の温泉が再生の途上で組織に選択的な再生促進作用を示すか否かという点も合わせて調べたい。

一般に両棲類の肢、尾の再生現象は古くから観察され、組織学的には Wendelstadt[47] Fritsch[48] 等により検索された事は既に周知の事である。その再生の経過について見ると 〃いもり〃 の尾や、肢が切断されると切断端の筋肉は収縮し創面は縮少する。ついで予備的な創面の補塡として凝固した血液、リンパ液等が痂皮を作る。両棲類では表皮の形成が極めて無雑作に行われ、創縁から上皮の形成層の細胞が偏平になりつつ一列になり、創面にすべり出るように伸展し、一層の細胞からなる菲薄な上皮が創面を掩う。この上皮は次第に細胞分裂を起し増殖する。この上皮の下に於ては着着再生の準備がなされつつある。即ち再生に先立つて斷端近い血管、結合織、筋肉は退行変性に陥り、次で壊死におちいり、ここに崩壊した血管から出血が起り、遊出した白血球はこの壊死、崩壊した組織の清掃にあたる。こうして斷端には多数の多核白血球、単球リンパ球が集合しているが、次第に単球が多くなり、後には再生芽細胞に移行する。この幼若な未分化の状態にある再生芽細胞が次第に創面にもり上るように再生芽体を作る。この細胞は間葉と同様の分化能力を有し、筋肉軟骨、骨、血管に転化して行くのである。勿論残存した切斷部位の組織の一部は斷端近い部分では崩壊してしまうが、尾の再生にはやはり重大な意味をもつて関与し、背髄、神経は残存したものが伸長してゆき、筋肉も残存筋纎維の末端から纎細な核をもつ筋纎維が切斷端の壊死野の中に伸びはじめる。しかし再生芽体内では殆ど全部が再生芽細胞から転化する。又血管も残存した血管からのびているのもある。更に骨斷端骨膜から一部軟骨形成が見られる場合があるが、それは小範囲に止まつている。

再生にあたつては Korschelt[49] Barfurth[50] のように「等しいものから等しいものが生ずる」という事は確に正しい。しかし、之には尚未知な細胞が関与している事は明らかである。

即ち再生に重要な役割を果す再生芽細胞の本態は未だ充分明らかでなくIde-Ragas[51]は魚類に於てリンパ球、大喰細胞、纎維細胞の外に軟骨膜細胞や筋細胞等も再生芽細胞に転化するといい、Nardi[52] Heger[53] は本来それらを作つていた組織の細胞が逆分化して再びもとのそれに由来する組織に分化するという。しかし一方 Calucci[54] Wendelstadt[55] Fritsch[56] はリンパ球、単球の白血球の関与を認め、森[57]は更に血液源の各種の白血球に之をもとめ既存の纎維細胞、軟骨細胞、筋細胞等が再生に主要な役割を果さないという。

要するに〃いもり〃の尾の再生は単に既存の組織がのび出るようなものでなく、斷端に再生芽細胞のような未分化な細胞があらわれこの未分化な細胞からの転化が加わり、単純なものではないわけである。

2 実験方法

被検温泉は第二章に同じく別府市内の海門寺温泉、竹瓦温泉、柳温泉をあてて、対照には淡水を

あて第二章の実験と同じ時期に各温泉あて50匹の無作意標本を以つて、毎日新鮮温泉と交換し、健康状態を確めた後7日目に尾を切断する。飼育方法は第二章と全く同じである。

切断にあたつては背椎骨体部に於て切断した場合と、椎間軟骨の部分で切断した場合との間に再生に組織学的な差異の生ずる事を惧れ、長軸に対して約45°～50°に切断した。尾を切断後2日、4日、7日、12日、18日、24日、31日に各温泉、淡水毎に4～5匹をとり、切断端近い部分で尾を切離し、フオルマリン固定パラフイン包埋 8u の切片を作製し、ワンギーソン、アザンマロリー、ヘマトキシリンエオヂンの各染色を行い、再生芽体の組織学的所見を調べた。一方切断后の白血球の出現につき参考にする為、〃いもり〃の前肢を切断し、6時間、12時間、24時間について標本を作り、ヘマトキシリンエオヂン染色を各温泉、淡水につき4～5匹あて行つた。

3. 実験成績

〔i〕 切断後2日目の所見

切断后2日目に於ては各温泉、淡水に共通して所見は次のようなものである。

切断后、切断端に近い部分の筋肉は蠟様変性におち入り、筋繊維は黄紋を消失し、塊状となり、一部の核は濃縮し又一部の核は崩壊、核溶解におちいる。又ある例では筋肉繊維の間に炎性細胞を含む滲出液を見る。この退行変性におち入り、崩壊した部分には多核白血球、単球、（組織球、大リンパ球を含む）、小淋邑球、顆粒細胞の出現が見られる。骨は又断端に近い部分では石灰脱出を来たし、皮下及び骨膜周囲の結合織も変化をうけ多数の多核白血球、或は単球、小リンパ球を見、断端に近い部の血管は拡張し、多数の赤血球が組織内にも現われている。切断端に近い背髄及び末稍神経は変性し、繊維状となる。以上のような既存組織の崩壊があり、白血球の遊出が見られ、一般炎症と同様の変化が起りつつあり、未だ再生が見られないが一方、上皮は既に再生を開始し、創縁の上皮の形成層の細胞が一列になり創面を蓋つているものもあり、或は全く再生を見ず、創面に軽度の痂皮をつけているものもある。温泉中で飼育したものは、既に2～3層の層状となるが、一部ではその細胞の配列は不規則である。

第23表　　　　(A)　淡　水　の　場　合

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 多核白血球 断端部	細胞浸潤 再生芽細胞 断端の皮下結合織	細胞浸潤 再生芽細胞 断端部	細胞浸潤 単球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 単球 断端部	細胞浸潤 小リンパ球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 小リンパ球 断端部	細胞浸潤 その他 断端の皮下結合織	細胞浸潤 その他 断端部	細胞浸潤 不明 断端の皮下結合織	細胞浸潤 不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分必腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への転化	再生芽細胞から軟骨細胞への転化
淡水	2日目	1	卅	+	±	−	+	±	+	+	±	−	+	±	卄	卄	卄	卅	+	−	−	−	−	−	−	−	−
		2	卅	+	−	−	±	±	+	±	±	−	±	±	+	卄	卄	卅	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		3	卄	卄	−	−	+	±	±	±	−	−	+	±	卄	卄	卄	卅	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		4	卅	±	±	−	+	±	±	±	±	−	±	±	卄	卄	卄	卅	±	−	−	−	−	−	−	−	−

上皮再生は次のようにあらわした。

i) 殆んど上皮再生のないもの　(−)
ii) 一部に単層の上皮再生あるもの　(±)
iii) 一層の非薄な上皮が再生するもの　(+)
iv) 層状をなしているが未だ創の全面を蓋つていないもの　(卄)
V) 既に上皮が層状をなしているが細胞の配列は未だ不規則なもの　(卅)
VI) 上皮はすでに層状をなし細胞の配列は規則正しいもの　(卌)

第24表　(B)　柳温泉の場合

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤												背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への転化	再生芽細胞から軟骨細胞への転化
			多核白血球		再生芽細胞		単球		小リンパ球		その他		不明														
			断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部													
柳温泉	2日目	1	±	±	±	±	卅	+	±	±	−	−	±	−	±	±	±	±	卅	−	−	−	−	−	−	−	−
		2	±	+	+	±	卅	+	±	±	−	−	±	±	±	±	±	−	卄	−	−	−	−	−	−	−	−
		3	±	+	±	±	卅	±	±	±	−	−	±	±	±	±	±	±	卅	−	−	−	−	−	−	−	−
		4	±	±	±	±	卅	卄	±	±	−	−	±	±	±	±	±	−	卌	−	−	−	−	−	−	−	−

第25表　(C)　海門寺温泉の場合

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤												背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への転化	再生芽細胞から軟骨細胞への転化
			多核白血球		再生芽細胞		単球		小リンパ球		その他		不明														
			断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部													
海門寺温泉	2日目	1	±	卄	±	−	卅	卅	±	±	−	−	±	+	+	±	卄	卄	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
		2	±	+	+	±	卅	卄	±	−	±	−	+	+	卄	±	±	+	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
		3	±	+	±	−	卅	卄	±	±	−	−	±	±	+	±	卄	+	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
		4	±	卄	±	−	卄	卅	−	±	±	−	±	±	+	±	卄	+	卌	−	−	−	−	−	−	−	−

第26表　(D)　竹瓦温泉の場合

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤												背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末稍神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への転化	再生芽細胞から軟骨細胞への転化
			多核白血球		再生芽細胞		単球		小リンパ球		その他		不明														
			断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部													
竹瓦温泉	2日目	1	±	+	±	±	卅	卄	±	±	−	±	±	±	±	±	±	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
		2	±	+	±	−	卅	+	±	±	±	±	±	±	±	±	+	±	卅	−	−	−	−	−	−	−	−
		3	±	+	±	±	卅	卄	±	±	−	−	±	±	±	±	+	±	卅	−	−	−	−	−	−	−	−
		4	+	卄	±	−	卅	卄	±	±	−	−	±	−	卄	+	卄	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−

以上の結果を総括すると、同一温泉、或は淡水の中でも、可成の個体差は示しているが次表の如くなる。

第27表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	多核白血球 断端部	再生芽細胞 断端の皮下結合織	再生芽細胞 断端部	単球 断端の皮下結合織	単球 断端部	小リンパ球 断端の皮下結合織	小リンパ球 断端部	その他 断端の皮下結合織	その他 断端部	不明 断端の皮下結合織	不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への転化	再生芽細胞から軟骨細胞への転化
淡水	2日目	1	+++	+	±	−	+	±	±	±	±	±	±	±	++	++	++	+++	±	−	−	−	−	−	−	−	−
柳温泉		2	±	+	±	±	+++	+	±	±	−	−	±	±	±	±	±	±	+++	−	−	−	−	−	−	−	−
海門寺温泉		3	±	++	±	±	+++	+++	±	±	−	−	±	+	+	±	++	+	++++	−	−	−	−	−	−	−	−
竹瓦温泉		4	±	+	±	±	+++	++	±	±	−	±	±	±	+	±	+	±	+++	−	−	−	−	−	−	−	−

即ち切断后2日目に於ける所見から温泉は明らかに淡水に比べ上皮の再生を促進している。殊に海門寺温泉に於てこの促進作用は著しく、竹瓦、抑両温泉は之につぐ。

切断后に起る炎症、退行変性に対しては各温泉とも淡水に比べ抑制的に働くらしく筋肉の変性ではその範囲が淡水より狭く、骨の変化も少く、局所に於ける充血の程度も少い。又断端の背髄の変性、崩壊も少い。この傾向は柳温泉の著しい特徴で竹瓦、海門寺は稍々おちる。切断端にあらわれる細胞浸潤も、温泉に於ては単球の出現が著しい。

〔ii〕 切断後4日目の所見

切断后4日目に於ては上皮は創面を掩い、次第に細胞分裂により、その厚さを増し、部分的には正常上皮より厚い所見も見られる。

一方、断端に近い筋肉、結合織、血管等は何れも壊死、崩壊し無構造となり、この部に多数の多核白血球があらわれ、単球もそれにつれて増加し、少数の再生芽細胞があらわれる。再生芽細胞はHellmich(58) Sauter(59) 等により認められ、森(60) は繊維芽細胞とわけて記載しているが、岡田(61)、川上(62)、碓井(63)Thornton(64)等は未分化な細胞或は dedifferentiated cell として一括しており、私も之に従つて一括し再生芽細胞と呼ぶ事にした。之等各種の細胞の出現は同一温泉、淡水でもかなり個体差があらわれている。又断端近くでは一部の骨片が遊離し、この周囲を多数の多核白血球、単球がとりまいているものもある。この骨片は上皮を破つて押出されるという。

骨の石灰脱出は尚軽度に認められる。断端の壊死野には僅か乍ら赤血球を入れる小腔が認められるが、一方なお赤血球が血管外に出ている。

背髄の変性、崩壊は未だ恢復しないが、極めて僅かの例では神経細胞が増殖をはじめているものがあるが、未だ背椎骨の断端より伸長していない。

皮下結合織に2日目にあらわれた、多核白血球、単球、小リンパ球も次第にその数を減少している。要するに既存組織の崩壊が進行を次第に停止し、漸次再生の方向を示しはじめた時期であると言い得る。

(a) 淡水の場合

第28表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤												背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化
			多核白血球		再生芽細胞		單球		小リンパ球		その他		不明														
			断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部													
淡水	4日目	1	±	±	±	±	±	卄	−	±	−	±	±	±	卄	+	卄	+	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
		2	±	±	+	±	+	+	±	−	±	±	−	±	卄	±	卄	+	卌	|	−	−	−	−	−	−	−
		3	卅	卅	±	±	±	±	−	+	−	−	+	+	卄	+	卄	卄	+	−	−	−	−	−	−	−	−
		4	±	±	+	±	+	±	±	±	−	−	±	±	卄	±	+	±	卄	−	−	−	−	−	−	−	−

(b) 柳温泉の場合

第29表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤												背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化
			多核白血球		再生芽細胞		單球		小リンパ球		その他		不明														
			断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部													
柳温泉	4日目	1	±	卄	+	+	卄	卄	±	±	−	±	±	±	±	−	±	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
		2	−	+	+	±	卄	卄	±	±	−	±	−	±	±	−	±	±	卌	−	±	−	−	−	−	−	−
		3	±	±	+	+	+	+	±	±	−	−	−	±	±	−	±	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
		4	±	卅	+	+	卄	卅	−	±	−	−	±	±	±	−	±	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−

(c) 海門寺温泉の場合

第30表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤												背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化
			多核白血球		再生芽細胞		單球		小リンパ球		その他		不明														
			断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部	断端の皮下結合織	断端部													
海門寺温泉	4日目	1	+	卅	+	+	+	+	±	±	−	±	±	−	±	±	+	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
		2	±	卅	+	+	+	卄	±	±	−	±	±	±	±	±	+	±	卌	−	±	−	−	−	−	−	−
		3	±	卅	±	+	+	卅	±	±	−	±	−	±	±	±	+	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
		4	−	卄	±	+	+	卄	±	±	−	±	±	±	±	±	+	±	卌	−	±	−	−	−	−	−	−

(d) 竹瓦温泉の場合

第31表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 多核白血球 断端部	細胞浸潤 再生芽細胞 断端の皮下結合織	細胞浸潤 再生芽細胞 断端部	細胞浸潤 單球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 單球 断端部	細胞浸潤 小リンパ球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 小リンパ球 断端部	細胞浸潤 その他 断端の皮下結合織	細胞浸潤 その他 断端部	細胞浸潤 不明 断端の皮下結合織	細胞浸潤 不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化	
竹瓦温泉	4日目	1	±	±	+	±	卄	卄	±	+	−	±	±	±	±	±	±	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−	
		2	±	卄	+	±	+	卅	+	±	−	−	±	−	±	±	+	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−	腐骨
		3	±	卄	+	+	卄	卄	±	±	−	±	−	±	±	±	±	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−	
		4	±	卄	+	+	+	卄	±	±	−	±	−	−	±	−	±	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−	

以上の結果を総括すると次表のようになる。

第32表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 多核白血球 断端部	細胞浸潤 再生芽細胞 断端の皮下結合織	細胞浸潤 再生芽細胞 断端部	細胞浸潤 單球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 單球 断端部	細胞浸潤 小リンパ球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 小リンパ球 断端部	細胞浸潤 その他 断端の皮下結合織	細胞浸潤 その他 断端部	細胞浸潤 不明 断端の皮下結合織	細胞浸潤 不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化
淡水	4日目	1	±	±	±	±	+	+	±	±	−	±	±	±	卄	+	卄	+	卅	−	−	−	−	−	−	−	−
柳温泉		2	±	卄	+	+	卄	卄	±	±	−	±	±	±	±	−	±	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
海門寺温泉		3	±	卅	+	+	+	卄	±	±	−	±	±	±	±	±	+	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−
竹瓦温泉		4	±	卄	+	+	卄	卄	±	±	−	±	±	±	±	±	±	±	卌	−	−	−	−	−	−	−	−

骨の石灰脱出、筋肉の変性に対しては温泉はこの時期でも一般に抑制効果を示し、上皮再生でも稍々温泉が勝つている。背髄の再生は海門寺温泉は多少促進している。柳温泉も僅かにこの傾向があるようである。

〔iii〕 切断后7日目の所見

切断后7日目になると切断端の退行変性、崩壊は極度に強くなり、この部には多核白血球、単球があり再生に不必要なものを清掃している一方、再生に必要な素材である再生芽細胞が多数あらわれ、再生芽体を作る前段階を示している。一方、既存の組織からも再生が起りはじめ、背髄は神経細胞が増殖し、或例では背椎骨の断端より背髄がのびている。又既存の筋肉繊維から纖細な核をもつ筋繊維が断端の壊死野にのびはじめているものもある。

断端の再生芽細胞があつまつている部分の中には赤血球を入れる小腔が見られるが、未だ毛細管の管壁は出来ていない。皮下結合織にも同様に再生芽細胞が認められる。又皮下にメラノフォーレンが出現して来る。

(a) 淡水の場合

第33表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 多核白血球 断端部	細胞浸潤 再生芽細胞 断端の皮下結合織	細胞浸潤 再生芽細胞 断端部	細胞浸潤 單球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 單球 断端部	細胞浸潤 小リンパ球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 小リンパ球 断端部	細胞浸潤 その他 断端の皮下結合織	細胞浸潤 その他 断端部	細胞浸潤 不明 断端の皮下結合織	細胞浸潤 不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化
淡水	7日目	1	±	++	±	++	±	±	±	±	−	±	±	−	−	−	−	−	++++	−	±	−	±	−	−	−	−
		2	±	++	±	++	+	±	±	±	−	−	±	±	−	−	−	−	++++	−	±	−	±	−	−	−	−
		3	±	+	+	+++	+	±	±	±	±	−	±	±	±	−	−	−	++++	−	−	−	±	−	−	−	−
		4	±	±	±	±	±	−	±	±	−	±	±	−	−	−	−	−	++++	−	±	−	±	−	−	−	−
		5	±	+	+	++	+	±	±	±	−	−	±	−	−	−	−	−	++++	±	±	−	±	−	−	−	−

(b) 柳温泉の場合

第34表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 多核白血球 断端部	細胞浸潤 再生芽細胞 断端の皮下結合織	細胞浸潤 再生芽細胞 断端部	細胞浸潤 單球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 單球 断端部	細胞浸潤 小リンパ球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 小リンパ球 断端部	細胞浸潤 その他 断端の皮下結合織	細胞浸潤 その他 断端部	細胞浸潤 不明 断端の皮下結合織	細胞浸潤 不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化
柳温泉	7日目	1	−	++	+	+++	±	+	±	±	−	−	−	±	−	−	−	−	++++	±	±	−	−	−	−	−	−
		2	−	++	±	+	±	+	±	±	−	±	±	±	−	−	−	−	++++	±	±	−	−	−	−	−	−
		3	−	+	+	+++	++	±	±	±	±	−	−	−	−	−	−	−	++++	±	±	−	−	−	−	−	−
		4	−	++	±	+	±	+	±	±	−	±	±	−	−	−	−	−	++++	±	±	−	−	−	−	−	−
		5	±	+	+	++	±	±	±	±	−	−	±	±	−	−	−	−	++++	±	+	−	−	−	−	−	−

(c) 海門寺温泉の場合

第35表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 多核白血球 断端部	細胞浸潤 再生芽細胞 断端の皮下結合織	細胞浸潤 再生芽細胞 断端部	細胞浸潤 單球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 單球 断端部	細胞浸潤 小リンパ球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 小リンパ球 断端部	細胞浸潤 その他 断端の皮下結合織	細胞浸潤 その他 断端部	細胞浸潤 不明 断端の皮下結合織	細胞浸潤 不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化
海門寺温泉	7日目	1	−	+++	±	+++	−	++	−	+	−	−	±	±	−	−	−	−	++++	±	+	−	±	−	−	−	−
		2	−	++	±	++	−	++	−	±	+	−	−	±	−	−	−	−	++++	±	+	−	±	−	−	−	−
		3	−	±	±	+++	−	+	−	±	−	±	−	±	−	−	−	−	++++	+	++	−	±	−	±	−	−
		4	−	±	±	+++	−	±	−	±	−	−	±	±	−	−	−	−	++++	+	+	−	±	−	−	−	−
		5	+	+++	+	++	+	++	+	+	±	±	±	±	−	−	−	−	++	−	±	−	±	−	−	−	−

(d) 竹瓦温泉の場合

第36表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 多核白血球 断端部	細胞浸潤 再生芽細胞 断端の皮下結合織	細胞浸潤 再生芽細胞 断端部	細胞浸潤 単球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 単球 断端部	細胞浸潤 小リンパ球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 小リンパ球 断端部	細胞浸潤 その他 断端の皮下結合織	細胞浸潤 その他 断端部	細胞浸潤 不明 断端の皮下結合織	細胞浸潤 不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフオーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化	
竹瓦温泉	7日目	1	±	卄	+	卌	±	±	−	±	−	±	−	−	−	−	−	−	卌	±	±	−	±	−	−	−	−	
		2	−	卄	±	+	−	卄	−	±	−	−	±	±	−	−	−	−	卅	±	±	−	±	−	−	−	−	腐骨
		3	−	+	±	卄	−	±	−	±	−	±	−	−	−	−	−	−	卌	±	±	−	±	−	−	−	−	
		4	−	±	±	卌	−	+	−	±	−	±	±	±	−	−	−	−	卌	±	±	−	±	−	−	−	−	

以上の結果を綜合すると次表の如くなる。

第37表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 多核白血球 断端部	細胞浸潤 再生芽細胞 断端の皮下結合織	細胞浸潤 再生芽細胞 断端部	細胞浸潤 単球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 単球 断端部	細胞浸潤 小リンパ球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 小リンパ球 断端部	細胞浸潤 その他 断端の皮下結合織	細胞浸潤 その他 断端部	細胞浸潤 不明 断端の皮下結合織	細胞浸潤 不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフオーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化
淡水	7日目	1	±	+	±	卄	+	±	±	±	−	±	±	±	−	−	−	−	卌	−	±	−	±	−	−	−	−
柳温泉		2	−	卄	+	卄	±	+	±	±	−	±	±	±	−	−	−	−	卌	±	±	−	±	−	−	−	−
海門寺温泉		3	−	卄	±	卅	−	+	−	±	±	−	±	±	−	−	−	−	卌	±	+	−	±	−	−	−	−
竹瓦温泉		4	−	+	±	卄	−	+	−	±	−	±	±	±	−	−	−	−	卌	±	±	−	±	−	−	−	−

温泉は淡水に比べ、何れもメラノフオーレンの出現が多い。特に大きな特徴は海門寺温泉に於て背髄の再生が促進されている点である。

又海門寺温泉では1例において切断端近い骨膜周囲の結合織が正常な状態に帰つている。切断端の壊死野に出現する再生芽細胞、単球が海門寺温泉に著しい。又この部の多核白血球が淡水に比べ温泉の方が稍々多いようである。

〔iv〕 切断后12日目の所見

切断后12日目に於ては切断端に再生芽細胞が数を増し、断端にもり上り、再生芽体が次第に形成され、背髄、筋肉は既存の組織が再生し、一部では末梢神経の伸長が見られる。

尚切断端には骨片が腐骨となり、この周囲に限局的に多数の多核白血球、単球、小リンパ球の浸潤を認める。切断端に近い結合織も既に正常となつて来ている。

(a) 淡水の場合

第38表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	多核白血球 断端部	再生芽細胞 断端の皮下結合織	再生芽細胞 断端部	単球 断端の皮下結合織	単球 断端部	小リンパ球 断端の皮下結合織	小リンパ球 断端部	その他 断端の皮下結合織	その他 断端部	不明 断端の皮下結合織	不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞への転化から筋肉細胞	再生芽細胞への転化から軟骨細胞	
淡水	12日目	1	−	−	−	卅	−	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	卄	卄	±	±	−	+	−	−	腐骨
		2	−	−	−	卅	−	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	+	卄	−	±	−	+	−	−	腐骨
		3	−	−	−	卅	−	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	卄	卄	−	±	−	+	−	−	
		4	−	−	−	卅	−	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	±	+	±	±	−	+	−	−	腐骨
		5	−	±	−	卅	−	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	±	−	−	±	−	+	−	−	腐骨

(b) 柳温泉の場合

第39表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	多核白血球 断端部	再生芽細胞 断端の皮下結合織	再生芽細胞 断端部	単球 断端の皮下結合織	単球 断端部	小リンパ球 断端の皮下結合織	小リンパ球 断端部	その他 断端の皮下結合織	その他 断端部	不明 断端の皮下結合織	不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞への転化から筋肉細胞	再生芽細胞への転化から軟骨細胞	
柳温泉	12日目	1	−	−	−	卅	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	卄	+	±	±	−	+	−	−	腐骨
		2	−	−	−	卅	−	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	卅	卅	±	±	−	+	−	−	腐骨
		3	−	−	−	卅	−	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	卄	卅	±	±	−	卄	−	−	腐骨
		4	−	−	−	卅	−	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	+	卄	±	±	−	+	−	−	腐骨
		5	−	−	−	卅	−	±	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	+	卄	±	±	−	+	−	−	腐骨

(c) 海門寺温泉の場合

第40表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	多核白血球 断端部	再生芽細胞 断端の皮下結合織	再生芽細胞 断端部	単球 断端の皮下結合織	単球 断端部	小リンパ球 断端の皮下結合織	小リンパ球 断端部	その他 断端の皮下結合織	その他 断端部	不明 断端の皮下結合織	不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞への転化から筋肉細胞	再生芽細胞への転化から軟骨細胞	
海門寺温泉	12日目	1	−	−	−	卅	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	卄	卄	±	±	−	卄	−	−	腐骨
		2	−	−	−	卅	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	+	卄	±	±	−	+	−	−	腐骨
		3	−	−	−	卅	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	卅	卅	±	±	−	+	−	−	腐骨
		4	±	卄	±	+	+	卅	±	±	−	−	−	±	−	−	−	±	卄	−	±	−	±	−	−	−	−	腐骨
		5	−	−	−	卅	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	卌	卄	卅	±	±	−	+	−	−	腐骨

(d) 竹瓦温泉の場合

第41表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 多核白血球 断端部	細胞浸潤 再生芽細胞 断端の皮下結合織	細胞浸潤 再生芽細胞 断端部	細胞浸潤 単球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 単球 断端部	細胞浸潤 小リンパ球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 小リンパ球 断端部	細胞浸潤 その他 断端の皮下結合織	細胞浸潤 その他 断端部	細胞浸潤 不明 断端の皮下結合織	細胞浸潤 不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化	
竹瓦温泉	12日目	1	－	－	－	+++	－	±	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	++++	±	+	±	±	－	+	－	－	腐骨
		2	－	－	－	+++	－	±	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	++++	++	+++	±	±	－	++	－	－	腐骨
		3	－	－	－	+++	－	±	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	++++	++	+++	±	±	－	++	－	－	腐骨
		4	－	－	－	+++	－	±	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	++++	+	++	±	±	－	+	－	－	腐骨
		5	－	－	－	+++	－	±	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	++++	+	++	±	±	－	+	－	－	

以上の結果を綜合すると次表のようになる。

第42表

泉名	切断後の日数	標本No	細胞浸潤 多核白血球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 多核白血球 断端部	細胞浸潤 再生芽細胞 断端の皮下結合織	細胞浸潤 再生芽細胞 断端部	細胞浸潤 単球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 単球 断端部	細胞浸潤 小リンパ球 断端の皮下結合織	細胞浸潤 小リンパ球 断端部	細胞浸潤 その他 断端の皮下結合織	細胞浸潤 その他 断端部	細胞浸潤 不明 断端の皮下結合織	細胞浸潤 不明 断端部	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化
淡水	12日目	1	－	－	－	+++	－	±	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	++++	+	++	±	±	－	+	－	－
柳温泉		2	－	－	－	+++	－	±	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	++++	++	++	±	±	－	+	－	－
海門寺温泉		3	－	－	－	+++	－	±	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	++++	++	++	±	±	－	+	－	－
竹瓦温泉		4	－	－	－	+++	－	±	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	++++	+	++	±	±	－	+	－	－

この時期では同一温泉、淡水でも個体差がかなり著しく出ているが、温泉、淡水の間では大差なく又温泉の特徴も殆んど現れていない。

〔V〕 切断后18日目の所見

切断后18日となると、断端に出来た再生芽体はいよいよ大きくなり、再生芽体の中枢側では多くの再生芽細胞が繊維細胞に近くなり唯、再生芽体の尖端でのみ再生芽細胞はその分裂増殖の姿を示している。この再生芽体を縦に貫いて尖端の上皮直下まで背髄が伸出ており、之に沿つて一部の再生芽細胞が長軸に直角に規則正しく配列し、細胞は正円形に近くなり軟骨を形成する前段階を示す。又或例では断端の既存の骨膜から極めて僅かに軟骨細胞が見られるが、その範囲は又極めて狭い。又末稍神経も既存の組織から多少、再生が見られる。この再生芽体の中に於ては赤血球を入れる小腔に再生芽細胞が毛細管壁を作つている。又この再生芽体の上皮の一部が皮下に侵入し、独立して限局し皮脂腺を点々と形成している。再生芽細胞は長軸の方向に連りはじめ筋肉細胞に近い形態をとつて来る。

之が筋繊維となるのである。遊離した小骨片は多数の多核白血球にとりまかれているのが見られるものもある。

(a) 淡　水　の　場　合

第43表

泉名	切断後の日数	標本No	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化	
淡水	18日目	1	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	±	+	
		2	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	+	−	±	腐骨
		3	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	+	−	−	
		4	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	±	+	−	−	
		5	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	+	+	

(b) 柳温泉の場合

第44表

泉名	切断後の日数	標本No	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化	
柳温泉	18日目	1	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	+	−	+	
		2	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	−	+	腐骨
		3	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	±	+	
		4	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	+	+	
		5	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	+	+	

(c) 海門寺温泉の場合

第45表

泉名	切断後の日数	標本No	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化	
海門寺温泉	18日目	1	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	±	+	−	+	
		2	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	−	+	腐骨
		3	−	−	−	−	++++	+++	++++	±	±	+	++	±	+	
		4	−	−	−	−	++++	+++	++++	±	+	+	++	+	+	腐骨
		5	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	+	±	

(d) 竹瓦温泉の場合

第46表

泉名	切断後の日数	標本No	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化	
竹瓦温泉	18日目	1	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	+	−	−	腐骨
		2	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	+	+	
		3	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	+	−	−	
		4	−	−	−	−	++++	++++	++++	±	+	+	++	+	+	
		5	−	−	−	−	++++	+++	++++	±	+	+	++	+	+	

以上の結果を綜合すると次のようになる。

第47表

泉名	切断後の日数	標本No	背髄の変性	骨の変性	筋肉の変性	断端の充血	上皮再生	メラノフォーレンの再生	背髄の再生	末梢神経の再生	毛細管の再生	皮下分泌腺の再生	筋肉の再生	再生芽細胞から筋肉細胞への轉化	再生芽細胞から軟骨細胞への轉化
淡水	18日目	1	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	±	±
柳温泉		2	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	±	+
海門寺温泉		3	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	±	+
竹瓦温泉		4	−	−	−	−	++++	+++	+++	±	+	+	++	±	±

切断后18日目に於いては各温泉、淡水の間に特に差異はないが、同一温泉淡水の中でも個体差がかなりみられる。

〔vi〕 切断后24日、及び31日目の所見

之等の時期に於いては再生芽体はいよいよ長く生長し、之を長軸の方向に貫いて長く背髄が尖端の皮下に及び、この周囲に再生芽細胞が正円形に近い状態で長軸に直角に配列し、その間隔が広い部分と狭い部分が交互に連つている。再生芽細胞からの筋肉細胞への転化は益々著明となり、毛細管も再生する。皮下には転々と新生皮脂腺が並び、31日目では多少皮脂腺の細胞が膨大し分泌機能を示しはじめる像が見られる。この時期に於ては各温泉淡水の間に全く特徴差異を認めない。

4 考　　　察

以上組織学的検索の結果について見ると、淡水に比べ何れの温泉も共通した特徴を示している。

切断后2日目に於ては淡水では断端の皮下結合織に多数の多核白血球の出現がみられるが温泉では多核白血球が少く、淡水に於ては少い単球が温泉に於ては著しく多い。

前肢を切断した標本では5時間、12時間で各温泉、淡水ともまず多核白血球が多く現れるのであるが、尾の切断4日を経て淡水は断端皮下結合織に於て多核白血球が減少し、単球が増加しているので、各温泉に於て見られる単球の出現は一つには淡水に於て辿る経過が時間的に促進されている事にあるといえよう。併し、断端の筋肉、結合織等の変性崩壊する部分に於いて淡水に比べて温泉の場合——殊に海門寺温泉——多数の多核白血球が出現することや、又単球が特に温泉に於て淡水より著しい事等は再生の時間的促進とのみ考える事は矛盾を感ずるように思う。結局、この多核白血球、単球の淡水の場合との差異が温泉の一つの特徴と云えるのであろう。ここに単球と云われるものは単球、組織球、大淋巴球等で之等は多核白血球と共に食作用をもち、且つ森等の研究により再生芽細胞に移行する重要な細胞である。前記[15]の松本によれば創傷治癒を促進する温泉の機能は喰菌現象の昂進との間に相関関係あり、この場合、組織学的にも組織球に富むという特徴を示していた事を考えると興味深い。

次に温泉が上皮、メラノフオーレンの再生、背髄等に再生促進を認めるが、温泉が尾の再生過程に於て特に特定の組織に選択的再生促進があるか否かの問題がある。

両棲類を用いて再生過程に於ける各々の組織間の相互の関聯性を調べる事は種々の方法により実験され特に背髄や神経の役割は注目されている。Wolf[65]、Walter[66]、Schott'e[67]等は神経を除去すると再生が阻止される事を認め、Singer[68]は厳密な実験により証明した。Locatelli[69]は神経の意義を再生芽の発育誘導を刺戟するだけであるとも云い、岡田[70]は14背椎骨より中枢側で切断すると背髄の再生が起らず、尾の再生は殆んどなされない事を認め、何れにしても、その程度には差があるが神経除去は再生に大きな障碍を与える事を強調し、背髄、神経が組織器管の再生現象に占める意義を認めている[71][72]。之に対し、筋肉、骨等はBirschler[73] Weiss[74] Umanski[75]等により再生に影響なく取除き得る事が明らかとなつた。以上は各々の組織を除去する事により、之等組織の尾や肢の再生に果す役割を見出したのであるが、逆にこの場合のように、ある組織が再生促進作用をうけた時、どのような組織像を示すかが問題である。上皮のみが異常に選択的再生をうけた場合、却つてそれに続いて起る他の組織の再生が阻害される事はThornton[76]がベリリウムを用いて調べている。背髄の再生が促進されるような条件下では筋肉、骨その他の組織も当然再生が促進されるのであろう事は背髄、神経が尾の再生に示す役割から当然推論される。併し、背髄、神経以外の筋肉、骨等に選択的な再生促進作用が働いた場合を考えると、その再生促進像がそのまま組織標本にあらわれるか否かは疑問である。今かりに筋肉に選択的再生促進があつた場合、それが背髄の再生に何らかの影響を与え、それが又他の組織の再生に影響を与えるかも知れないからである。

要するに組織標本の結果から直ちに各組織について選択的再生促進の有無を速断する事は危険であると云える。以上の点を考慮に入れながら、最も大きな特徴を有する海門寺温泉について見ると、切断后4日、7日に於て背髄の再生が促進されている。又上皮の再生も促進されている。一見、上皮、背髄に選択的再生促進があるように見える。しかしまもなく之についで筋肉の再生が見られ、淡水の場合に於ても上皮、ついで背髄が再生を見ている。之等の点を綜合して考えて見ると、海門寺温泉の再生促進も淡水の場合の序列を乱してはいない。即ち特定の組織に選択性があるとは考えられず、又上皮再生促進作用についてもThornton[77]のベリリウムの実験の場合のように異常な上皮再生促進でなく、あくまでも正常な再生能力の促進である事は、その他の組織再生がベリリウム処理の時のように障碍されない事からも明らかであろう。そうして、海門寺温泉に於て上皮、背髄に著明な促進像を認め、淡水に於ても上皮、背髄の再生がまず見られる点等も考えると最も再生能力の旺盛な組織が最も大きく影響をうけていると思われる。

併し既に前章に述べた如く、再生芽体の成長についても海門寺温泉は明らかに是を促進している

のであるから、之を組織学的に観察せられた部分的所見とを関聯して考える時は特に海門寺温泉が再生現象促進に最良の影響を与えた事は否定し難い所であつて、しかもその機転は背髄再生促進を動機として逐次進行したものと考え得るものであろう。

更に各温泉の特徴、淡水との差異は切断后7日目の標本にまであらわれ、12日以後に於てはあらわれない。即ち、温泉の特徴が発揮されるのは少くとも切断后12日以前までである点は第2章の「慣れ」の現象と考えあわせると興味深い。

5 小　　括

私は海門寺温泉、竹瓦温泉、柳温泉について淡水を対照とし、"いもり" *TriturusPyrrhogaster* を用い、尾を切断し、その後2日目、4日目、7日目、12日目、18日目、24日目、31日目に各々4～5匹をとり出し、組織学的な検索を行つた。

(1) 被検3温泉は何れも淡水よりも再生速度を促進している。
(2) 温泉は何れも断端における単球の出現を促進する。
(3) 切断后起る断端の組織の崩壊、壊死を柳温泉は抑制し、その範囲は狭く、竹瓦温泉之につぎ、海門寺温泉、淡水の順である。
(4) 上皮再生は海門寺温泉最もすぐれ、竹瓦、柳温泉と之につぎ、淡水は最も劣る。
(5) 骨の石炭脱出も温泉は抑制し、柳温泉が著明に抑制する。
(6) 再生芽細胞の出現は、海門寺温泉に最も多く、柳、竹瓦温泉はこれにつぎ同じ程度で、淡水は劣る。
(7) 皮下のメラノフオーレンの再生は淡水に比べ温泉がすぐれ、海門寺温泉は殊に強い。
(8) 背髄、筋肉の再生は海門寺温泉にすぐれ、柳、竹瓦温泉、淡水は略々同じ程度で海門寺温泉より劣る。
(9) その他の組織再生像には特に差がない。
(10) 同一温泉、淡水の中でも個体差がかなりある。
(11) 海門寺温泉の再生促進作用は自然の再生能力の昂進として、特に背髄の再生促進を動機としてあらわれると思われる。
(12) 再生能力の旺盛な組織が最も強い影響を温泉から受けると思われる。
(13) 再生にあたつて温泉の示す特徴は少くとも12日以前までにあらわれ、それ以後には温泉、淡水とも殆んど差異があらわれない。

第4章　再生芽体生長及び上皮再生に及ぼす被検温泉の若干の作用因子

1 ま え が き

天然温泉が生活体の諸機能に与える影響の機転は単純なものではない。従つて、その作用因子についても、之を単純化して考え、直ちに現実の温泉作用のすべてであると断定するならば、誤謬を犯す危険があると思われる。例えばかつて、創傷治癒に有効な温泉の検討に当つて柳、奥田の実験式を用い、治療効果を数量的、客観的に比較観察する方法がとられ、一方、多数の天然温泉の中から創傷治癒に良効果を示すものを選び、別に之等の温泉の分析表を比較し、含有成分を質的、量的に追求し、その各温泉に共通する含有成分から有効因子を推定する事が企てられたことがあつた。このようにして柳[78]等は温泉含有イオンの内、カチオンとして $K^{\cdot}, Ca^{\cdot}, Mg^{\cdot\cdot}$ 等、又アニオンとしては Cl', SO''_4, HCO_3' 等に意義が多いと論じている。更に山科[79]はカチオンよりアニオンの方が有効的に働くとして、更に SO_4'' の意義を強調した。又松本[80]もその独自の実験と考察に基いて類似の見解を抱いた。

しかしながら、高安[81]はこの点を次のように批判した。即ち更に視野を拡大し、広く多数の天然温泉を観察する時は、実際経験上創傷治癒促進に有効な温泉は多数の天然温泉中の一部分のものであるに拘らず、上記創傷治癒促進の有効因子として推論されたものは実は何れの温泉に於ても殆ど常に

見出される常在イオンであつて、決して"きず"に対する有効温泉のみに特に見出される成分ではない。従つて之等を有効因子と速断する事は軽率であるという事が分明した。更に又、天然温泉と化学分析的に同一組成を有する人工合成泉を作り、之と天然温泉を対照に試みられた山科[82]の実験によつても両者の間に明らかな効果の差異があること、更に又藤野[83]、小野[84]等が有効天然温泉もその湧出後の時間の経過に応じて創傷治癒促進作用の減弱を認めた事等からしても有効因子を単純にイオンにのみ帰する事は非難をうけるであろう。しかし、こう云つても決して温泉含有イオンの意義を軽く考えているのではない。かのイオンの経皮侵入説、例えば古くは Harpuder[85] 等により、又近くは大島[86]等が入浴により、温泉中のイオンの体内侵入が行われる事が実証され、代謝作用に関し重要な意義ある事も知られている。温泉の特徴はまず含有塩類の薬理的諸作用にある事は当然であつて、その意義も又重視されねばならない。

別に又天然温泉の示す諸事実を観察する時は医治効果は同じであつてもその含有成分に著しく異るものがあり、又反対に含有成分は類似しても医治効果は必ずしも同一でない場合もある。更に又、化学分析的に同一な天然温泉と人工合成泉との作用の相違が明らかに認められる以上は温泉作用の因子として之を単にイオンにのみ求むる事以外に他の種の作用因子を探求する必要を感じさせるものである[87]。かつて Baudish[88]は錯塩について考慮し、又近来、関[89]は未だイオン化しない金属についての特殊な状態へ注意を促したのであるが、之等は将来の研究に対する示唆を与えるものであろう。別に高安[90] は植物学者 Vouk[91] が加熱圧処理による水の所謂 Fervoreffekt を得た事に基いて温泉の含有成分を溶解している溶媒である構成水も異常な性質を有するものではないかと考え、伊東[92]は実験的に天然温泉から蒸溜水を分離し、之が麦の発芽及び生長に、或は又"めだか"の糖消費に影響を与える事を認め、更に大田[93]は之が細菌の発育を阻止する事、又牧田[94]は之が皮下結合織に於ける組織球、単核球の増加を証明し、天然温泉蒸溜水が淡水の蒸溜水と異つた性質を現わす事を確めた。高安[95] は以上のべた諸経験に基いて天然温泉の作用因子に関し次のような分類を提案した。

天然温泉の作用因子

(A)　既知因子

a) 水による一般作用
　即ちその温度及び圧力に関するもの
b) 含有成分による作用
　即ち含有成分たる各イオン、或は化合物の物理学的、膠質学的或は薬物学的作用に関するもの、及び微量成分、

(B)　未知因子
a) 水に潜むもの
b) 含有成分に関するもの　　　　（微量成分が追加された）

私はここに此の分類に準拠して"いもり"の再生芽体の生長及び上皮再生に及ぼす作用因子を構成水と含有成分の両面に分けて二、三の実験を試み、各々の被検温泉の作用因子について考察をしたいと思う。

2. 温　泉　構　成　水　の　作　用

「温泉構成水」とは温泉の含有成分を溶解している溶媒であり、特に含有成分の作用に対立して溶媒の作用のみを考える為に使用した言葉である。1941年Vouk[96] は水を2½気圧137°C 1時間あて 2回処理しこれが植物の成長を促進する作用をもつ事を指摘し、この現象を Fervoreffekt と称した。伊東[97] 等はこの実験を追試、確認し、更にこの加熱圧水が老化現象をも示す事を認めた。又進ん

で天然温泉を蒸溜し、この温泉蒸溜水において麦の発芽を抑制し、生長を促進する作用ある事を認めた[98]。太田[99]は細菌の発育抑制作用についてこのFervoreffektを検し、加熱圧水、別府山ノ手温泉（単純泉）海地獄（含食塩酸性泉）の各々の蒸溜を行い、明らかに温泉蒸溜水の特異作用Fervor effektを認め、同時に老化現象を呈する事も証明した。しかし温泉蒸溜水、加熱圧水はMegameterで電気抵抗を測定してあるが、分析は行われていない。太田[100]もこの点を危惧し、酸性泉中に潜む砒素が温泉蒸溜水中に混入するのを防ぐ為海地獄を中和して蒸溜した。そして中和した場合と、しない場合では温泉蒸溜水の細菌発育抑制作用に差がある事を知り、中和後得られる温泉蒸溜水中の細菌発育阻止能が山ノ手温泉、加熱圧水に共通するの点よりして、此のものはFervoreffektであろうと説いた。加熱圧水、温泉蒸溜水の作用は牧田[101]によつても生物学的に確められているが、一般に蒸溜に伴つて原水の性質がどの程度に蒸溜水に影響を与えるか、その詳細は明らかでない。
黒田[102]は温泉作用因子としての構成水の作用の発見を「真に重大な問題」として高く評価しながら、更に化学者との協同研究を奨め、矢野[103]はアミラーゼの澱粉消化作用について加熱圧水、温泉蒸溜水をもつて実験を行つたが尚原水の影響を考えて構成水の作用と結論を下す事に躊躇している。

私はこの構成水のFervoreffektを確認する目的で予め分析された蒸溜水を用い、之を134°C, 2Kg/cm² 2時間加熱加圧の蒸溜水を作製し、之を更に分析し、加えて老化現象を調べた。
温泉蒸溜水を作製しなかつたのはEervoreffektの本態が不明である現在、蒸溜により液相を気相にかえ再び液相にかえす事によりFervoreffektに予測出来ないかく乱が起ることを恐れたのと、今一つは原水の性質が蒸溜によりどの程度に蒸溜水に影響を与えるか不明であるからである。

実　験　方　法

加熱圧水の作製は毎日蒸溜水3,000ccをタイストン社製脱アルカリ硬質ガラスの肉厚コルベンに入れ硫酸紙で綿栓を掩い密封し、高圧滅菌器中で134°C,2Kg/cm² 2時間加圧加熱し、栓をとり冷水で室温まで冷却する。老化加熱圧水は加熱圧水を5日間放置した。

実験動物及び実験方法は第2章と同様に2,650匹中より無作意に1水槽あたり20〜30匹をとり、之を7寸の水槽中に飼育し、6日間健康状態を確め、7日目に尾を切断する。切断后は毎日双眼実体顕微鏡で創面を観察し、上皮の再生を調べる。再生芽体の生長は切断后16日目に全部のいもりの尾を切離し、双眼実体顕微鏡下に0.5mmの目盛の物指で5回宛測定する。その平均値をもつて再生芽体の生長の長さとする。測定誤差等はすべて第2章と同様であつた。

実　験　成　績

蒸溜水はPH6.0 電気抵抗はテスターを以て測定すると$10^5\Omega$より大きい。之を上記の方法で加圧、加熱して得た加熱圧水はPH6.0 電気抵抗は稍々蒸溜水より減じているがやはり$10^5\Omega$以上を示す。分析の結果は48表の通り。再生芽体の生長及び上皮再生に及ぼす影響は49、50表の如し。

第48表

成分 ＼ 種別	普通蒸溜水	加熱圧水
全固形物	1.8mg/l	5.1mg/l
珪酸(SiO_2)	0.7 〃	2.2 〃
二属(Sn)	trace	trace
Fe¨	0.4mg/l	0.4mg/l
Ca¨	なし	なし
Mg¨	trace	trace
アルカリ金属(K˙.Na˙)	trace	trace

第49表　再生芽体生長量

実験期間 29.7.12〜29.8.1　　平均温度 24.7°C

	n	df	平均$(\bar{x})$	$\Sigma(\bar{x}-x)^2$	$(S^2\bar{X})$	t(0.05)
加熱圧水	21	20	1.30	2.55	0.0061	2.080
蒸溜水	18	17	0.85	1.19	0.0039	2.101
老化加熱圧水	22	21	0.99	2.13	0.0046	2.074

Cochran Cox 検定結果
老化加熱圧水<加熱圧水>蒸溜水
蒸溜水≒老化加熱圧水

第50表　　上皮再生日数

実験期間 29.7.12～29.8.1

平均温度 24.7°C

	加熱圧水		蒸溜水		老化加熱圧水	
切断後日数xi	f	fxi	f	fxi	f	fxi
1	5	5	2	2	2	2
2	7	14	2	4	3	6
3	2	6	1	3	3	9
4	4	16	2	8	3	12
5	3	15	1	5	4	20
6	0	0	1	6	1	6
7	1	7	1	7	1	7
8	0	0	1	8	0	0
9	0	0	3	27	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	2	22	1	11
12	0	0	1	12	2	24
13	0	0	0	0	1	13
14	0	0	1	14	0	0
15	0	0	0	0	1	15
標本数N	22		18		22	
平均日数		2.86		6.55		5.68

加熱圧水は5％の危険率で有意の差を以て蒸溜水に比べ再生芽体の生長を促進し、又老化加熱圧水に対しても有意差を以て促進を認める。老化加熱圧水と蒸溜水の間には5％の危険率で有意差を認めない。

上皮の再生に対しても同様に加熱圧水は老化加熱圧水、蒸溜水に比べ5％の危険率で有意差を以て促進を認める。蒸溜水と老化加熱圧水の間には5％の危険率で有意差を認め得ない。

（上皮再生の検定は切断后毎日上皮が再生した例数を記載し切断后2日目を境とし2日目以前に上皮の再生したものと、3日以后のものに分け、2×2分割を行いX_2で検定した。）

考　　察

加熱圧水の実験が温泉の構成水の作用を指摘する根拠となるのは、加熱圧水が温泉水がおかれたと同様高温高圧の環境を経たものであると云う事が前提となつている。地中のある深さには四季を通じて温度の変らない常温層が存在する。この常温層の温度は地表の年平均気温より稍々高く太陽熱の影響をうけない。（太陽熱の影響は地下十数米に過ぎないという）この常温層以下の深所では場所によつて異るが大体地下 30～50km までは平均100米に付 3°C であると云う。134°C の温度は略々地中 4500m の温度に当る。併し、之は平均温度増加率を根拠とした話であつて、実際の地下温度分布はかく単純であるまいし、殊に火山地帯や温泉地帯ではかなり激しいものであろう。現に私の実験に使用した別府海門寺温泉は湧出口の湯温 70°C であるがこの温泉の採堀深度は地下、120mにすぎないのである。[104]

蒸溜水に高圧滅菌器中で加圧、加熱する場合、蒸溜水の容器であるガラスからアルカリその他ガラスの成分が溶出する事があるわけで、之が影響を与え、真の Fervoreffekt と混同する場合がある事が危惧される。この点については蒸溜水、加熱圧水を分析して確めた。その結果、加熱圧水は全固形物に於て稍々増しており、多少電気抵抗が減少しているが、なお $10^5\Omega$ 以上の値を示し、蒸溜水として一般に取扱いを受ける範囲にある[105]。この含有成分の増加は殆ど全部 SiO_2 である。尚この分析表にあらわれない微量成分があり得るであろうから、加熱圧水の作用は Fervoreffekt の外、尚含有微量成分の作用が加わつているかも知れぬ事が一応考えられる。併乍この加熱圧水を5日間放置すると再生芽体の生長に対しても、上皮再生に対しても促進作用を失い、元の蒸溜水の時と比べて差異を示さなくなる。明かに老化現象があるわけである。SiO_2は時間的経過によつて消失しないものであり不明微量成分も揮発性のものは温度が上昇すれば溶媒中に存在し難くなり、加熱、加圧の途中逸散するであろうし、非揮発性のものは老化加熱圧水中にも残存するであろう。従つて加熱圧水の作用はSiO_2その他不明微量成分の作用以外のもの、即ち Fervoreffekt の作用にその主要なる作用因子を求めるべきものと思われる。Fervoreffekt は温泉が地中の特殊な高温、高圧の環境におかれる事によつて与えられた 種のエネルギーであろうと云う事は Vouk 以来暗黙の中に認められていた。高安[106]、水沼[107]等は積極的にエネルギーという表現を用いている。水に放射線エネルギーをあてるとH_2O^+、OH^+、H_3O^+、H_2^+ に分離し、之等不安定なイオンが安定する時にエネルギーを放出する事が知られている[108]。蒸溜水を 134°Cに加熱する時にうけるエネルギーにより或る程度のイオン解離が起り得るので Fervoreffektの本態がこの種の不安定なイオンによるエネルギーではないかという事も想像される。

3. 温泉構成水に含有成分が含まれている場合

上記の実験から温泉の構成水自体に特有の作用がある事が推論された。併し現実には常に温泉は含有成分をもつている。故に温泉構成水自体の Fervoreffekt に含有成分が共存する場合、果して温泉の Fervoreffekt が再生芽体の生長及び上皮再生にどのような形となつて影響するかが問題となる。小野[109] は Fervoreffekt を有する温泉蒸溜水をもつて之に塩類を溶かし、分析表と化学的に同一な人工温泉を作り、一方、温泉蒸溜水を老化せしめ塩類を混じ同様の人工温泉を作り、両者について創傷治癒に及ぼす影響を調べ差異を見出さなかつた。彼はこの結果から温泉老化の本態を塩類の変化に求め Fervoreffekt には求めなかつた。Fervoreffekt は老化温泉蒸溜水には明らかに消失している筈である。しかるに塩類が存在する場合に於ては Fervoreffekt が存在するしないに拘らず創傷治癒に及ぼす作用に全く差異を見出さず、一見 Fervoreffekt は何の役割も果していないかに見える。伊東[110] も構成水に基く温泉の特異作用が溶存物質が多くなると此の作用は影響されて発現しなくなる事を認めている。之等を考えると塩類が溶存する場合は注意を払う必要がある。この場合、塩類に種々の異る薬理作用が加わると問題は複雑となる為、含有塩類には Nacl のみを用い、塩類溶存のもとにおける Fervoreffekt の作用を調べた。

実験方法

加熱圧水を前記の方法によつて作製し、この中に溶存せしめる塩類は Nacl を用い、被検温泉である海門寺温泉、竹瓦温泉、柳温泉の各々の全固形物総量に準じて食塩を溶解せしめた。

海門寺温泉→	全固形物	0.084%→	0.08%	NaCl
竹瓦　温泉→	〃	0.135%→	0.15%	NaCl
柳　温　泉→	〃	0.1059%→	0.11%	NaCl

各々0.08%、0.11%、0.15%の割に加熱圧水を溶媒として食塩水を作り、対照には蒸溜水を溶媒として同様の濃度の食塩水を作る。この中に"いもり"を飼育し、毎日被検液を作製し、換水する。6日目、尾を中央部より切断し、毎日上皮再生を観察し、16日目に尾を切り放し再生芽体の生長を測定する。その実際は2の場合の実験と同様である。

実験成績

再生芽体の生長に及ぼす影響をみると加熱圧水の側に於ては NaCl の存在するとしないに拘らず何れも 5%の危険率で有意差を示さない。

加熱圧水≒0.08%NaCl　加熱圧水≒0.11%NaCl　加熱圧水≒0.15%NaCl加熱圧水

一方蒸溜水の側を見ると蒸溜水に比べ 0.08%NaCl は有意の差を以て再生芽体の生長を促進し0.08%と0.11%の間には5%の危険率で有意差がない。0.11%NaCl は0.15%NaCl に比べ同様有意差を以て同じく再生芽体の生長の促進作用を見る。

蒸溜水<0.08%NaCl　蒸溜水=0.11%NaCl　蒸溜水>0.15%NaCl蒸溜水

加熱水は5%の危険率で有意差をもつて蒸溜水より再生芽体生長の促進を示す。所が同一濃度に NaClを含有する加熱圧水と蒸溜水は何れも有意差を示さない。

加熱圧水>蒸溜水　0.08%NaCl加熱圧水≒0.08%NaCl蒸溜水で0.11%、0.15%の場合も同じである。

上皮再生日数について見ると、加熱圧水は蒸溜水に比べ有意差を以て上皮再生日数を短縮し、明らかに上皮再生を促進するが、NaCl を溶存させると、加熱圧水における場合も、その NaClの濃度の如何に関係なく、何れも有意差を示さず、又同一濃度に於ては加熱圧水、蒸溜水を問わず5%の危険率で有意の差を示さない。

第51表　再生芽体生長量

実驗期間 29.7.12～29.8.1　平均温度 24.7°C

	n	df	平均($\bar{x}$)	$\Sigma(\bar{x}-x)^2$	($S^2\bar{X}$)	t(0.05)
加熱圧水	21	20	1.30	2.55	0.0061	2.080
0.08%NaCl 加熱圧水	25	24	1.32	2.00	0.0033	2.060
0.11Nacl 加熱圧水	24	23	1.24	4.15	0.0075	2·064
0.15%Nacl 加熱圧水	17	16	1.15	2.08	0.0076	2.110

CochranCox　検定結果
熱加熱圧水≒0.03%NaCl加熱圧水≒0.11%NaCl
加熱圧水≒0.15%Nacl加熱圧水

第52表　再生芽体生長量

実驗期間 29.7.12～29.8.1　平均温度 24.7°C

	n	df	平均($\bar{x}$)	$\Sigma(\bar{x}-x)^2$	($S^2\bar{X}$)	t(0.05)
蒸溜水	18	17	0.85	1.18	0.0039	2.101
0.08%NaCl 蒸溜水	24	23	1.21	5.56	0.0100	2,064
0.11%NaCl 蒸溜水	23	22	1.34	2.73	0.0054	2.069
0.15%NaCl 蒸溜水	25	24	1.02	2.70	0.0045	2.060

CochranCox　検定結果
蒸溜水<0.08%NaCl蒸溜水≒0.11%NaCl
>蒸溜水0.15%NaCl蒸溜水

第53表　上皮再生日数

実驗期日 29.7.12～29.8.1　平均温度 24.7°C

切断後日数xi	加熱圧水 f	加熱圧水 fxi	0.08%NaCl加熱圧水 f	0.08%NaCl加熱圧水 fxi	0.11%NaCl加熱圧水 f	0.11%NaCl加熱圧水 fxi	0.15%NaCl加熱圧水 f	0.15%NaCl加熱圧水 fxi
1	5	5	12	12	9	9	7	7
2	7	14	8	16	7	14	5	10
3	2	6	2	6	4	12	2	6
4	4	16	2	8	1	4	2	8
5	3	15	0	0	3	15	1	5
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	1	8	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0
標本数 N	22		25		24		17	
平均日数		2.86		2.00		2.25		2.11

第54表　上皮再生日数

実驗期間 29.7.12～29.8.1　平均温度 24.7°C

切断後日数xi	蒸溜水 f	蒸溜水 fxi	0.08%NaCl蒸溜水 f	0.08%NaCl蒸溜水 fxi	0.11%NaCl蒸溜水 f	0.11%NaCl蒸溜水 fxi	0.15%NaCl蒸溜水 f	0.15%NaCl蒸溜水 fxi
1	2	2	7	7	10	10	7	7
2	2	4	8	16	7	14	9	18
3	1	3	5	15	6	18	6	18
4	2	8	0	0	0	0	1	4
5	1	5	2	10	0	0	2	10
6	1	6	1	6	0	0	0	0
7	1	7	0	0	0	0	0	0
8	1	8	0	0	0	0	0	0
9	3	27	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	2	22	0	0	0	0	0	0
12	1	12	1	12	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0
標本数 N	18		24		23		25	
平均日数		6.55		2.75		1.83		2.28

考　察

加熱圧水は明らかに蒸溜水に比べ再生芽体の生長、上皮再生を促進しているので Fervoreffekt の存在は明らかである。所が同一濃度の NaCl を含む加熱圧水と蒸溜水を比べると両者の間に有意差がないのであるから、一見、Fervoreffekt は塩類の影響をうけて作用が発現しないように見える。しかしながら蒸溜水側についてみると、蒸溜水と、之に 0.08% にNaCl を溶解した場合とでは再生に及ぼす影響に差があり、又同じように塩類の濃度の影響が 0.11%の場合と0.15%の場合にあらわれている。加熱圧水の場合はこの濃度による再生に及ぼす影響の差異があらわれない。

0.11%、0.15% の NaCl 溶存の場合、加熱圧水と蒸溜水の間に再生に及ぼす差が推計学的にはあらわれないので、加熱圧水に於ける場合でも 0.11%と 0.15%NaCl の間で塩類濃度の影響による差異がないとは云いきれない。蒸溜水の場合はこの影響が大きい為に有意差があらわれると思われる。

0.11%NaCl蒸溜水　>0.15%NaCl蒸溜水

0.11%NaCl加熱圧水　≒0.15%NaCl加熱圧水

このように考えると温泉構成水のFervoreffekt は塩類が溶存しても、必ずしも作用を失うものでなく、含有塩類濃度の差異による再生への影響を或程度修正する作用のような形で発現していると云い得るであろう。しかしこの Fervoreffekt は塩類添加により含有塩類の影響が加わる場合に於ては再生芽体生長に及ぼす作用として見出すことが困難な事もあり得るわけである。上皮の再生に対しては、含有塩類が存在しないとみなし得る蒸溜水の場合のみ Fervoreffekt は発現し、塩類が溶存すると全く Fervoreffekt の影響は発現しないようにみえる。前述の小野[111]が新鮮温泉蒸溜水と老化温泉蒸溜水の比較の場合、人工的に塩類を混じて、創傷治癒に対する影響の差異を見出し得なかつた事もあり得る事としてうなづける訳である。

又高安[112]はこのような現象に対して刺戟と興奮性の理論を摘用し説明を加えた。即ち生活体に及ぼす刺戟が加わつた場合刺戟閾以下の弱いものであればその影響があらわれないがこの刺戟閾を越えた場合、初めてその影響があらわれる。

而うしてこの刺戟が機能亢進の結果を果すような性質のものであれば、その亢進的影響は刺戟の強さの増加に応じて或程度まで増強されるものであるが、或程度を超えれば逆に興奮性を減弱させるように働く（過強刺戟）のが通則であり、加熱圧水では Fervoreffekt と含有塩類の影響が相合し強い刺戟となり、却つて再生芽体生長に対しては加熱圧水と、塩類を含有した加熱圧水との間に影響の差異があらわれないと説明している。

4　含有成分濃度の問題

温泉の効果に於て含有成分濃度が問題となる場合について見ると、植物の生長に対しては一般に含有成分濃度の大なる温泉が概ね抑制的に、又含有成分の少いものが概ね促進的に作用する事は西田、伊東[113]、今石[114]等の研究により認められている。又 Brüning[115]も同様の見解を示している。しかし、之が創傷治癒の問題となると藤野[116]、柳[117]等は兎、白鼠等を用い、固形物の含有濃度との関係を認めていない。要するに、含有成分濃度は或る種の実験対照には影響をあらわし、又別の対照ではあらわれなかつたりするものである。高安[118]も創傷治癒に対しては含有成分濃度との間に特別の関係はないと云つている。前項の実験について考えてみると蒸溜水を溶媒とした場合、0.11%と0.15%NaCl溶液との間には再生芽体の生長に対しては濃度の影響をうけているが、上皮再生は影響をうけていない。即ち作用をうける対照により差異がある。しかも溶媒を加熱圧水としてFervoreffekt が加わると含有成分濃度の影響があらわれなくなつている。結局、作用をうける側と作用を与える側の両方の色色な因子で含有成分濃度の影響は異るのである。このように含有成分濃度は温泉の作用因子として働くが、他の作用因子との綜合結果としてあらわれ簡単に之の発現を予測する事は困難である。私は実際に温泉水についてこの問題を調べる為に、海門寺温泉にこの温泉を一度蒸発乾涸した残渣を加え、海門寺温泉では含有濃度を増し、略々竹瓦温泉のそれに近づけ、一方含有成分の比較的多い竹瓦温泉を2倍に蒸溜水で稀釈してほぼ海門寺温泉に近づけた。これらを原温泉に比較して含有成分濃度の影響を検討した。

実　験　方　法　（その1）

濃厚海門寺温泉は天然海門寺温泉を毎日、泉源から汲み来り、この中 1,000cc を大形磁性蒸発皿に入れ、70°Cで約12時間、完全に蒸発乾涸し、之を再び 1,000cc の新鮮海門寺温泉で再溶解する。このようにするとかなり混濁した濃厚海門寺温泉を得る。海門寺温泉を蒸発乾涸し蒸溜水で再溶解した場合、この再溶解液を定量用濾紙（東洋濾紙B 5）で濾過した濾液について含有成分濃度、及び定性分析を行い、どのようなイオン或は含有成分が蒸発乾涸によつて変化をうけるものかの大要を推察

した。この濃厚海門寺温泉を加えて天然海門寺温泉、天然柳、天然竹瓦温泉及び淡水について再生芽体生長に及ぼす影響を〃いもり〃の尾を切断し、前項に準じて実験を行う。

実 験 成 績 (その1)

海門寺温泉の含有成分は昭和28年5月分析では 845.5mg/kg であるが、昭和29年8月、この実験時測定した所では 771.8mg/kg である。之を蒸発乾涸し、蒸溜水で再溶解する。天然海門寺温泉と之を定量用濾紙(東洋濾紙B5)で濾過し、この濾液について全固形物、及び定性分析を行うと第55表の通りである。

第55表

	天然海門寺温泉	蒸発残渣再溶解液
全固形物	771·8mg/kg	459·8mg/kg
硫酸根	極少量	微量
Cl'	少量	少量
$NH_4^{\cdot}$	trace	trace
SiO_2	ヤヤ多量	微量
2属元素	ナシ	ナシ
$Fe^{\cdots}$	微量	微量
$Al^{\cdots}$	微量	微量
$Ca^{\cdot\cdot}$	ヤヤ多量	極少量
$Mg^{\cdot\cdot}$	ヤヤ多量	極微量
$Nn^{\cdot\cdot}$	trrce	tace
アルカリ金属 K·Na·	存在	存在
PO_4'''	trace	trace

第56表 再生芽体生長量

実験期間 29.7.12〜29.8.1 平均温度 24.7°C

	n	df	平均($\bar{x}$)	$\Sigma(\bar{x}-x)^2$	($S^2\bar{X}$)	t (0.05)
海門寺温泉	29	28	1.13	1.72	0.0021	2.045
竹瓦温泉	32	31	1.05	3.55	0.0036	2.042
柳温泉	24	23	0.99	3.42	0.0062	2.064
濃厚海門寺温泉	27	26	1.06	2.79	0.0040	2.052

Cochran Cox 検定結果
海門寺温泉≒竹瓦温泉≒柳温泉≒濃厚海門寺温泉

再生芽体生長及び上皮再生日数に対して、各天然温泉及び濃厚海門寺温泉、淡水の間に5%の危険率で全く有意の差を見出し得ない。

第57表 上皮再生日数

実験期間 29.7.12〜29.8.1

平均温度 24.7°C

	海門寺温泉		竹瓦温泉		柳温泉		濃厚海門寺温泉	
切断後日数xi	f	fxi	f	fxi	f	fxi	f	fxi
1	16	16	16	16	9	9	10	10
2	2	4	0	0	2	4	6	12
3	3	9	6	18	4	12	3	9
4	1	4	1	4	0	0	0	0
5	2	10	5	25	5	25	1	5
6	1	6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1	7	0	0	2	14
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	1	10	0	0
11	0	0	0	0	1	11	0	0
12	2	24	2	24	2	24	2	24
13	1	13	0	0	0	0	2	26
14	1	14	1	14	0	0	1	14
15	0	0	0	0	0	0	0	0
標本数N	29		32		24		27	
平均日数		3.44		3.38		3.96		4.22

考 察 (その1)

各天然温泉を定量用濾紙で濾過し、その濾液について全固形物を測定すると昭和28年5月の九大温研の分析表に比べ稍々相違があるが大体一致した結果を示す。

天然海門寺温泉	771.8mg/kg
仝 竹瓦温泉	1,396.5mg/kg
仝 柳温泉	1,091.2mg/kg
濃厚海門寺温泉	1,221.6mg/kg

以上の含有成分濃度の差異に対して再生芽体生長について、或は上皮再生日数に有意差がないので含有成分濃度は再生に影響をあらわさなかつた。

更に私は時期を変え、前回とは逆に含有成分濃度の最も多い竹瓦温泉を同量の蒸溜水で稀釈し、その含有成分濃度を海門寺温泉のそれに近づけ、之と天然竹瓦温泉、海門寺温泉及び淡水について再生芽体生長、上皮再生日数についてどのように影響するかを調べた。

実 験 方 法 (その2)

天然竹瓦温泉を同量の蒸溜水で稀釈したもの、之と天然竹瓦温泉、天然海門寺温泉、淡水につき、この中に〃いもり〃を飼育し、尾を切断し、上皮再生、再生芽体

生長を前項の通りに調べた。

実　験　成　績（その2）

再生芽体生長は5％の危険率をもつて稀釈竹瓦温泉は天然竹瓦温泉より促進をうける。海門寺温泉と稀釈竹瓦温泉の間では5％の危険率で有意差はなく、海門寺温泉と淡水の間では同様の危険率で有意差があり、淡水と竹瓦温泉との間では有意差はない。

淡水＝竹瓦温泉＜稀釈竹瓦温泉＝海門寺温泉＝淡水

上皮再生に対しては、淡水、竹瓦、稀釈竹瓦、海門寺温泉の何れにも5％の危険率で有意差はない。

第58表　　再生芽体生長量

実験期間 29.8.10～29.8.30　　平均温度 29°C

	n	df	平均 $(\bar{X})$	$\Sigma(\bar{X}-X)^2$	$(S^2\bar{X})$	t (0.05)
海門寺温泉	25	24	1.36	5.39	0.0090	2.060
竹瓦温泉	25	24	1.19	3.91	0.0065	2.060
稀釈竹瓦温泉	25	24	1.48	3.48	0.0058	2.060

Cochran Cox　検定結果

稀釈竹瓦温泉≒海門寺温泉≒竹瓦温泉＜稀釈竹瓦温泉

第59表　　上皮再生日数

実験期間 29.8.10～29.8.30

平均温度 29°C

	海門寺温泉		竹瓦温泉		稀釈竹瓦温泉	
切断後日数xi	f	fxi	f	fxi	f	fxi
1	21	21	23	23	24	24
2	4	8	2	4	1	2
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
標本数N	25		25		25	
平均日数		1.16		1.08		1.04

考　　察（その2）

前記と同様、各温泉を定量用濾紙（東洋濾紙B5）で濾過した濾液についてその全固形物をみると

海門寺温泉　　771.8mg/kg
竹瓦　温泉　　1396.5mg/kg
稀釈竹瓦温泉　　696.2mg/kg

以上のようになる。竹瓦温泉の含有成分濃度が減じて海門寺温泉に近づけると再生促進が起る場合もあるが、前記の濃厚海門寺温泉の場合とも考え合すと、同じく再生芽体生長を例にとつても含有成分濃度の影響をうける場合とそうでない場合があり、綜合的な温泉作用の一因子となり得るか否かは軽々しく断定し得ないが、稀釈竹瓦温泉が含有成分濃度の多い天然竹瓦温泉より再生芽体生長を促進する所から海門寺温泉の再生芽体生長促進作用は含有成分濃度の少い事が一因ではないかという事も想像される。

5　温泉中遊離炭酸の作用（海門寺温泉について）

温泉がかなりのガス体を含有し、それが創傷の治癒に及ぼす効果に関係がある事は既に知られている。Parade,[119] Cobet,[120] 山科[121]、沖田[122]、荒巻[123]等によつて人工炭酸泉の実験が行われ、創傷治癒に、或は鶏胎児心臓組織の体外培養に何れも遊離炭酸の効果を認めている。山科[124]は創傷治癒について遊離炭酸（CO_2）が促進作用を示し、更にO_2も有効性をもつ事を認め、SH_2では却つて創傷治癒が遅延するという。CO_2が創傷治癒を促進する事は明らかな所である。併乍、ここで問題となるのは人工炭酸泉と天然の炭酸泉ではその中に含有されるCO_2の存在の状態が多少異るのではないかという事である。衆知の如く人工炭酸泉では気圧の変化により比較的速かにCO_2が気泡となり発散するが、天然炭酸泉では普通CO_2の泡の発生が緩徐である。之は天然炭酸泉中ではCO_2のみならず、比較的多量にHCO_3として解離している。この化学的平衡の変化は

$H_2CO_3 \leftarrow HCO + H^{\cdot}$　　$H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$　の方向に進み之が急に行われないため CO_2の発散が少いという。私は海門寺温泉について温泉中のCO_2 を出来るだけ除去し再生芽体の生長及び上皮再生について調べ温泉作用の特徴の一端をうかがう事にした。

実験方法

海門寺温泉を毎日、泉源より汲み来り、強く空気を2時間吹きこみ、温泉を攪はんし、CO_2 を発散せしめる。空気は水流ポンプを利用した空気吹き込み装置によつて吹き込む。この温泉を N/10 NaOHでフエノールフタレインを指示薬として滴定しCO_2の量を算出する。同時にPH電気抵抗を測定した。

第60表

新鮮海門寺	通氣1時間	通氣2時間
310.95mg/kg	74mg/kg	55mg/kg
	強く2時間行つた場合	27mg/kg

このCO₂除去海門寺温泉を毎日作り、同時に泉源より新鮮海門寺温泉を密栓しもち帰り、そのまま冷却し水槽中にうつし対照とする。この中に"いもり"を飼育し、6日目に尾を切断し、前項と全く同様に上皮再生を観察し、切断后16日目における再生芽体の生長について調べた。

第61表

	電氣抵抗	PH
新鮮海門寺温泉	$3.6 \times 10^3 \Omega$	6.8
CO_2除去後	$3.6 \times 10^3 \Omega$	7.2

実験成績

再生芽体の生長に対しては、天然海門寺温泉、CO_2除去海門寺温泉の間には有意差を5%の危険率でも認めない。

上皮再生は稍々CO_2除去温泉に於て遅延するが同様5%の危険率で有意差はない。

第62表　　再生芽体生長量

実験期間 29.8.10～29.8.30　　　　平均温度 29°C

	n	df	平均($\bar{x}$)	$\Sigma(\bar{X}-X)^2$	($S^2\bar{X}$)	t (0.05)
海門寺温泉	25	24	1.36	5.39	0.0090	2.060
CO_2除去海門寺温泉	26	25	1.13	5.73	0.0088	2.056

CochranCox　検定結果

海門寺温泉≒CO_2除去海門寺温泉

考　　察

新鮮温泉を密栓し約1時間半の時間を要して運搬し、之を冷却し、水槽にうつすとき、尚310.45mg/kgのCO_2がある訳であるが之を放置すると、相当量のCO_2が逸散する。温泉を採取してから12時間后の CO_2 の量を見ると第64表の通りである。

第63表　上皮再生日数

実験期間 29.8.10～29.8.30

平均温度 29°C

切断後日数xi	海門寺温泉 f	海門寺温泉 fxi	CO_2除去海門寺温泉 f	CO_2除去海門寺温泉 fxi
1	21	21	19	19
2	4	8	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	2	8
5	0	0	0	0
6	0	0	1	6
7	0	0	0	0
8	0	0	1	8
9	0	0	0	0
10	0	0	1	10
11	0	0	1	11
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	1	14
15	0	0	0	0
標本数 N	25		26	
平均日数		1.16		2.92

以上のように12時間で約⅓以下に減少する。小野[125]も温泉を放置する6時間より24時間に急速に減少するという。しかも、水槽中には"いもり"が遊泳し、温泉水をかきまぜる事から、単に放置した場合より以上速かに CO_2 は逸散するであろう。故に対照たる天然温泉もやはり相当速に CO_2 が消失するのであるから、再生芽体の生長、上皮再生に有意差がないからと云つて、直ちに温泉中の CO_2 に意義がないというのではない。

上皮再生でも再生に要した平均日数がやはりCO_2除去温泉では新鮮温泉よりやゝおくれ、又再生芽体の生長も特に有

意差は示さないが、平均値に於て多少CO_2除去温泉の方が少い。10%に危険率をとれば差をあらわす何れにしても、温泉中 CO_2 は不安定な存在であり、速やかに発散する事をも考えれば、特に遊離炭酸にこの場合、大きな意味を見出せない。

6　温泉中珪酸の状態と再生に及ぼす役割

温泉中には常在成分として珪酸を含有する。本邦のいわゆる"きずの湯"の中にも畑毛温泉の0.0270mg/kg から洞爺温泉の 0.1357mg/kg の珪酸（Meta-珪酸）を含有し、最高は別府渋の湯の0.7098/kg、である。松本[126]は創傷治癒に有効な温泉を16種えらび、その中から共通した成分をとり出し、之に創傷治癒促進の作用因子としての意義を与えた時、珪酸にもその意義があるといつた。しかし珪酸はあらゆる温泉にも存在するものであり、又 Dietrich. Kaminer[127]は珪酸は日常生活には密接な関係あり、通常相当量の珪酸を摂取しているので、特に温泉に珪酸があつても、どの程度の意味があるか不明だという。例えば1リツトルのビールは 0.2〜0.3g の M-珪酸を含有し、100g のホーレン草は 0.07g, 100g の人参は 0.01g、100g のじやがいもは 0.02g、100g の苺は 0.05g の SiO^2 を含有している。だからドイツの珪酸泉で飲用に用いられる 0.043g/kg〜0.070g/kg のもので、1日600ccを5〜6日は飲用させ、4〜5日間休止し、36日間行うがこの方法では毎日平均 0.042g を摂取した事になり、之は毎日、苺 100g を食べた事になる。だから珪酸は日常生活に密接な関係があり、身体の代謝に相当な役割をもつであろうが、温泉の珪酸がどの程度の治療的意義をもつか明らかでない。
水田[128]は珪酸ソーダを家兎に注射し、臓器のPHが酸性にかたむき、甚しい場合には澱粉様変性に陥るというが、之は温泉の場合とは異る。温泉中の珪酸は単に珪酸ソーダの溶液とは異るからである。分析表によれば、最も弱い酸である珪酸は非電解質とみなして、Meta-珪酸として表現する[129]。Llienert Wandenbulcke[130]以来、珪モリブデン酸の生成を利用する比色法が用いられて水中の珪酸の状態が調べられて来た。岩崎[131]等はイオン状珪酸がコロイド状珪酸と共存し、その関係は相互に可逆的である。又温度を上昇させ 100°C では PH の如何に拘らず、完全に珪モリブデン酸の発色を示す点から高温の温泉中では全部イオン状珪酸として存在するであろうという。湧出後の温泉にはイオン状珪酸とコロイド状珪酸、珪酸塩、珪酸含有性物質等あり、コロイド状珪酸も珪酸イオンから生じたものの外に珪酸塩、石英等の懸濁コロイド等もある。だから温泉中の珪酸は複雑な存在で単にMeta-珪酸として現わされる程、簡単なものではない。Dietrich, Kaminer[132]、もあらゆる温泉に於て珪酸を Meta-珪酸としてあらわすのは炭酸と珪酸の間の関係が明らかにされていないからだという。海門寺、柳、竹瓦温泉を電子顕微鏡で観察すると 8〜18muの夥しい円形のコロイド粒子が存在する[133]。温泉中の珪酸がイオン状からコロイド状に移行する事は杉原[134]、岩崎[135]、大蔵[136]等の研究により明らかであり、その形態その他からこのコロイド粒子は珪酸であろうと思われる。

私はまず、海門寺温泉を代表として選び、之について温泉中珪酸の存在状態を調べ、ついで人工的なコロイド珪酸シリカゲルを利用し、温泉中の珪酸がどの程度の影響を再生芽体の生長、上皮再生にあたえるかを推察した。

実　験　方　法

海門寺温泉を利用してイオン状珪酸とコロイド状珪酸の状態を知るために珪酸の比色定量法によつた。試料水 50cc に 3N 硫酸 1cc を加え PH 1〜1.1 となし、之に10%モリブデン酸アンモン液を加え、発色し、別に作製した標準液（充分乾燥したクロム酸カリ 0.265g を 0.5% 硼砂溶液にとかし1,000cc とすると、この色が珪酸（SiO_2） 50mg/l に相当する）とデユボスク比色計を以て比色定量する。試料の SiO_2 濃度が 50mg/l 以上の場合は誤差が大きいので、蒸溜水で稀釈し比色する。

一方、海門寺温泉を amberlate1R-120 と 1AR-410 を各々 1:2 の割に組合せ、バツチ法により、空気を通じ攪拌し脱塩を行い、その脱塩水について定性分析、電子顕微鏡観察を行い、コロイド状珪

酸の性質を調べた。

先にのべたように、温泉中ではイオン状とコロイド状の両方の状態の珪酸があるので、再生に及ぼす影響もしたがつて、コロイド状珪酸とイオン状珪酸の両方にわけてゆくべきと思うので、安定な人工のシリカゲル（日産化学工業製スノーテツクス）を利用し、之を 0.1%NaCl 溶液に混じ、比色法によつても殆んどイオン状珪酸の存在しないものを作り、逆にイオン状珪酸の作用、コロイド状珪酸の作用を考察する事にした。

スノーテツクスは SiO_2 のゲルで、電子顕微鏡的には 10mu 以下の微細なコロイド粒子の21%の液で PH9.2である。之を 0.1%NaCl 溶液中に 250mg/kg（天然温泉内のMeta-珪酸の量に大体等しい）の割に混じ、又一方、スノーテツクスを蒸発乾涸し 250mg/kg に混じたものを作り、更に珪酸量 0.7098g/kg の「渋の湯」の場合を考慮し、700mg/kg の割に含有したものの３種を作り、対照には SiO^2 の入らない 0.1%NaCl をあてる。之を毎日作製し、各々の被検液中に"いもり"25～28匹を飼育、前項と同様に、上皮再生、再生芽体の生長について実験を行う。実験は温床を用い温度を 24°Cに略々一定した。尚温泉中のコロイド珪酸の状態を知る目的で、電子顕微鏡観察を行つたが、この為に天然温泉を4倍に稀釈し、メツシュ上に１滴落し、真空デシケータで速に乾燥し、電子顕微鏡で観察した。

実 験 成 績

比色定量法を行つた結果は第65表の通り、全珪酸は鉱泉分析法により SiO_2 で表わした。天然温泉中には夥しい 8～18mu のコロイド粒子を認め、天然温泉を蒸発乾涸し、之を天然温泉と同量の蒸溜水で再溶解したものではコロイドは消失し、大きな凝集塊となつている。この凝集物の大部分は分析により SiO_2 であつた。又これらの点から天然温泉中の顆しいコロイド粒子は珪酸と思われる。イオン交換樹脂を以て脱塩すると湧出直後脱塩、12時間後脱塩のいづれも SiO_2 はごく微量しか残存せず、電子顕微鏡的にも脱塩水中には、あの夥しいコロイドは見られない。（脱塩水は Cl′ を定性して完全脱塩を認めた。）

第64表 海門寺温泉を放置した場合の温泉中CO_2の変化

	新鮮温泉	12時間後
	310.95mg/kg	
水槽中に放置(室温28°C)		87.4mg/kg
水槽中の温泉を50°Cに加温しながら放置		86.25mg/kg
ガラス栓をしたコルベン中に放置		199.5mg/kg

スノーテツクスを電子顕微鏡で観察するとそのコロイド粒子は天然温泉中のコロイドに比べ著しく小さく 10mu 以下で、之を蒸発乾涸したものを蒸溜水に再溶解した場合も、明らかに SiO_2 コロイドが凝集し、凝集塊の周辺や一部ではコロイドがそのまゝ残存し、この点も天然温泉の蒸発乾涸した場合と多少異つている。

再生芽体生長に対しては明らかに 0.1%NaCl の場合に比べて SiO_2 ゲル、及び SiO_2 ゲルの蒸発乾涸物の再溶解、及び 700mg/kgのSiO_2 ゲルを加えたものは有意差

第65表

海門寺温泉	全珪酸		210mg/kg
海門寺温泉	湧出後経過時間		発色する珪酸量
海門寺温泉	湧出直後(湯口50°C)		132.05mg/kg
海門寺温泉	一時間	ビン中に保存	94.95mg/kg
海門寺温泉	一時間	蒸発皿中に保存	67.95mg/kg
海門寺温泉	24時間		66.70mg/kg
海門寺温泉	蒸発乾涸し蒸溜水で再溶解		22.52mg/kg
淡水			44.54mg/kg
スノーテツクス(SiO_2ゲル)	SiO_2ゲル 250mg/kg		4.95mg/kg
スノーテツクス(SiO_2ゲル)	SiO_2ゲル 250mg/kg 蒸発乾涸再溶解		3.25mg/kg
スノーテツクス(SiO_2ゲル)	SiO_2ゲル 700mg/kg		6.05mg/kg

を以て再生芽体の生長を促進する。

しかし、SiO_2 ゲル、SiO_2 ゲル蒸発乾涸物、700mg/kgSiO_2ゲルの間には有意差がない。

上皮の再生に対して再生芽体の場合と同じにSiO_2ゲル、SiO_2蒸発乾涸物、SiO_2ゲル700mg/kgを混じたものは 0.1%NaCl より上皮再生を促進する。SiO_2ゲル、SiO_2蒸発乾涸物、SiO_2ゲル 700mg/kgの間に有意差はない。

第66表　蒸溜水稀釈による発色する珪酸量の変化

海門寺温泉湧出後24時のものを蒸溜水稀釈	発色する珪酸量
発色後5倍稀釈	66.70mg/kg
3倍稀釈後発色	137.20mg/kg
5倍稀釈後発色	207.60mg/kg

第67表　再生芽体生長量

実験期間 29.11.16～29.12.6　平均温度 24.5°C

	n	df	平均($\bar{x}$)	$\Sigma(\bar{x}-x)^2$	($S^2\bar{X}$)	t(0.05)
SiO_2ゲル 0.1%NaCl	25	24	1.12	4.97	0.0083	2.060
SiO_2ゲル乾涸 0.1%NaCl	24	23	1.25	2.66	0.0048	2.064
SiO_2ゲル 0.7/1000(g) 0.1%NaCl	28	27	1.31	2.56	0.0034	2.048
0.1%NaCl	19	18	0.79	1.47	0.0043	2.093

CochianCox　検定結果

NaCl＞SiO_2ゲルNacl≒SiO_2ゲル乾涸

NaCl≒SiO_2ゲル0.7/1000(g) NaCl

第68表　上皮再生日数

実験期間 29.11.16～29.12.6　平均温度 24.5°C

切断後日数xi	SiO_2ゲル 0.1% NaCl f	fxi	SiO_2ゲル乾涸 0.1%NaCl f	fxi	SiO_2ゲル 0.7/1000(g) 0.1%NaCl f	fxi	0.1%NaCl f	fxi
1	21	21	18	18	24	24	3	3
2	3	6	4	8	4	8	1	2
3	1	3	1	3	0	0	3	9
4	0	0	1	4	0	0	6	24
5	0	0	0	0	0	0	3	15
6	0	0	0	0	0	0	3	18
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0
標本数N	25		24		28		19	
平均日数		1.20		1.38		1.14		3.73

考　　察

「スノーテツクス」の珪酸コロイドは天然温泉中のコロイド状珪酸とは電子顕微鏡的な形態からも、又その安定性等相当な相違がある。温泉中のコロイド状珪酸と異り、スノーテツクスの珪酸コロイドは蒸発乾涸しても、蒸溜水に溶解しても極めて安定である。之に比べて天然温泉中のコロイド状珪酸は容易にイオン状珪酸との間に相互に移行が行なわれる事は岩崎[137]、大蔵[138]等の実験でも明らかな所である。杉原[139]は三朝温泉では採水后40分で20%減少するという。海門寺温泉では湧出後1時間でイオン状珪酸は30%近く減少し、しかも空気に触れる面積を広くすると、その減少の程度は大きくなる。又発色を起させて後に5倍に蒸溜水で稀釈した場合と、稀釈した後に発色させるとではイオン状珪酸の量に相当の差異をあらわす。之等は温泉中珪酸の不安定性を示す。大蔵[140]は温泉中珪酸を分けて

(1)イオン状、分子状のもの

(2)不安定な微粒子状、いわゆるコロイドミセルの状態で、単に蒸溜水で稀釈するだけでイオン状珪酸に或は分子状珪酸に移行する。

(3)吸着状態のもの、Ee, Al, Ca, Mg の塩、有機物、その他微粒子状物質に吸着された状態

(4)粘土、岩石その他生物等の珪酸、珪酸塩或は珪酸含有の微粒子で比較的安定な状態

以上のように分類されるという。蒸溜水稀釈により変動するのも(2)から(1)に移行が容易に行われるためであろう。又イオン交換樹脂は元来、コロイド状物質は吸着し得ないものであり、スノーテツクスの場合では吸着しない。所が温泉の脱塩を行うと、脱塩水中には天然温泉中の電子顕微鏡下に夥しく存在したコロイド粒子が殆ど消失し珪酸は極く微量しか残存せず、その形態も天然温泉中のものと多少異つている。これはコロイド状珪酸とイオン状珪酸の相互移行が極めて容易に行われ、両者は互に平衡を保つているが、イオン状珪酸が交換樹脂に吸着されるに従つて次々にコロイド状珪酸がイオン状珪酸に移行し交換樹脂への吸着が続き、最后に比較的安定な珪酸コロイドがのこる。之は人工の珪酸コロイド（スノーテツクス）のように安定したものであろう。

スノーテツクスは蒸溜水に稀釈しても、蒸発乾涸しても殆どイオン状珪酸を認めないと云つてよく、この程度のイオン状珪酸の量はどれだけ再生に意味があるか疑問である。何れにせよ、スノーテツクスを 0.1%NaCl 液に加えると、加えないのより再生に好影響があるのであるから、少くとも天然温泉中の安定した珪酸コロイドがある量に達したら再生に有効な因子となる事は想像されるが、現在の被検天然温泉中の不安定な珪酸がどれだけ再生に役割を果しているか不明である。

7　温泉以外の気象的因子が温泉作用に及ぼした影響

第2章の実験は昭和28年8月4日より開始し、この結果は海門寺温泉は5％の危険率で有意差をもつて淡水に比べ再生芽体の生長を促進した。竹瓦、柳両温泉は淡水に比べ有意差を示さなかつた。所が昭和29年7月10日より29年8月1日まで行つた実験は同一温泉を使用し、同一種類の "いもり" を使用しながら海門寺、竹瓦、柳の3温泉全部が再生芽体の生長に対し、全く有意差を示していない。この間の事情を調べる目的で昭和29年8月10日より8月30日まで再び海門寺温泉、竹瓦の両泉と淡水につき同様に再生芽体の生長に及ぼす影響を調べ、合せて上皮再生に対しても、7月と8月の両実験に差異があるかを気象条件その他別府温泉の地球物理学的性質を参考にして検討した。

実　験　方　法

昭和29年7月12日より8月1日まで、毎日午后1時頃、海門寺温泉、竹瓦温泉を泉源より採集し、淡水を対照とし "いもり" を使用し、すべて前項と同様に上皮再生、再生芽体生長を調べ、ついで昭和29年8月10日より8月30日まで、上記と同じ温泉を用い、同一時間に採集し、"いもり" を用い淡水を対照として全く同一の実験を行つた。

実　験　成　績

7月の実験に比べ8月の実験が示す差異は上皮再生に対しては海門寺、竹瓦両泉、及び淡水とも8月の実験が有意差を以て7月の場合よりも促進を認める。再生芽体の生長に対しては7月の場合に比べ8月の場合は海門寺温泉は有意差を示し、竹瓦温泉、淡水は7月、8月ともに有意差を示さない。

温泉及び淡水の間における差異をみると、7月の実験の場合は、海門寺、竹瓦の両温泉及び淡水の間に再生芽体生長に対しても、上皮再生に対しても有意差を示さない。8月の実験の場合には、再生芽体の生長に対しては海門寺温泉は淡水に比べ有意差を示すが竹瓦温泉は示さない。

上皮再生に対しては海門寺、竹瓦両泉とも有意差はあらわさないが、稍々淡水に於て上皮再生がおくれると思われる。

考　　　察

温泉の作用が温泉自身の持つ性状（応用方法も含めて）と、それをうける個体の感受性の両方面より左右される事[142]は既に明らかな所である。昭和28年8月の実験結果と昭和29年7月の実験結果に差異を生じ、又昭和29年7月と8月とでは相当の差異を見た。之は一つは温泉自体の変化か、或は実

第69表　再生芽体生長量　実験期間　29.7.12～29.8.1　平均温度24.7°C

	n	df	平均 $(\bar{X}$	$\Sigma(\bar{X}-X)^2$	$(S^2\bar{X})$	t (0.05)
海門寺温泉(7月)	29	28	1.13	1.72	0.0021	2.045
竹瓦温泉(7月)	32	31	1.05	3.55	0.0036	2.042
淡水(7月)	24	23	1.06	2.89	0.0052	2.064

実験期間29.8.10～29.8.30　平均温度29°C

	n	df	平均 $(\bar{X})$	$\Sigma(\bar{X}-X)^2$	$(S^2\bar{X})$	t (0.05)
海門寺温泉(8月)	25	24	1.36	5.39	0.0090	2.060
竹瓦温泉(8月)	25	24	1.19	3.91	0.0065	2.060
淡水(8月)	23	22	1.10	2.77	0.0055	2.069

Cochran Cox 検定結果

海門寺温泉（8月）＞海門寺温泉（7月）
7月の場合海門寺温泉≒淡水≒竹瓦温泉
8月の場合海門寺温泉＞淡水≒竹瓦温泉
竹瓦温泉（8月）≒竹瓦温泉（7月）
淡水（8月）≒淡水（8月）

第70表　　上皮再生日数

実験期間 29.7.12～29.8.1　平均温度 24.7C

切断後日数xi	海門寺温泉（7月）f	fxi	竹瓦温泉（7月）f	fxi	淡水（7月）f	fxi
1	16	16	16	16	9	9
2	2	4	0	0	2	4
3	3	9	6	18	5	15
4	1	4	1	4	3	12
5	2	10	5	25	2	10
6	1	6	0	0	0	0
7	0	0	1	7	1	7
8	0	0	0	0	1	8
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	2	24	2	24	0	0
13	1	13	0	0	0	0
14	1	14	1	14	1	14
15	0	0	0	0	0	0
標本数N	29		32		24	
平均日数		3.44		3.38		3.29

実験期間 29.8.10～29.8.30　平均温度 29°C

切断後日数xi	海門寺温泉（8月）f	fxi	竹瓦温泉（8月）f	fxi	淡水（8月）f	fxi
1	21	21	23	23	16	16
2	4	8	2	4	2	4
3	0	0	0	0	1	3
4	0	0	0	0	1	4
5	0	0	0	0	2	10
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	10	7
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
標本数N	25		25		23	
平均日数		1.16		1.08		1.91

験中の環境（気象、温度）の影響を"いもり"の個体がうけた事によるかの何れかである。

第一に温泉自体の変化について考えると昭和28年4月に作られた分析表による全固形物総量と、昭和29年8月～9月定量用濾紙で濾した濾液について測定した全固形物総量について比較すると、海門寺温泉、竹瓦温泉ともに大きな差異を示さないと云つてよい。

元来、海門寺温泉は海門寺温泉脈に属し、柳、竹瓦両温泉は田の湯温泉脈に属するが、何れも潮汐、降雨の影響をうける。瀬野[143]によると別府市の降雨量と温泉の湧出量の関係から、地中に滲透した大部分が温泉水となるという。しかし、1930～1932年まで年間を通じて別府市内の秦氏所有の温泉、その他2～3ケ所につき全固形物、電気伝導度、Cl′等を測定した所では特に大きな差異でなく、秦氏所有の温泉を例にとると全固形物は大体1,100mg/kg内外であるが、時期による変化をうけるのは下2桁で、30～40mg/kgであるという。松本[144]が別府市内竹瓦温泉、柳温泉その他数ケ所の温泉で、1ケ月間電気伝導度を測定した結果でも、1ケ月間を通じて大きな変化を認めない。

海門寺、竹瓦温泉の電気抵抗を「テスター」を利用して測定した結果は第72表の通りで、少くとも1ケ月間に於ては特に温泉含有イオンの変動は大きなものではないと思われる。

海門寺、竹瓦両泉とも海岸に近く、野満、瀬野[145]等によれば潮汐の影響をうけるのである。併乍、この実験に使用する温泉を採取した時間は、全実験期間を通じ午后1時前後で一定している。大陰日は

第71表　全国形物総量の変化

	28.4.30	29.8.30
海門寺温泉	845.5mg/kg	771.8mg/kg
竹瓦温泉	1348.54mg/kg	1396.5mg/kg

第72表　電氣抵抗の変化

	7月20日～7月30日	8月20日～8月30日
温度(平均)	25.8°C	29.9°C
海門寺温泉(平均)	$3.66\times10^3\,\Omega$	$3.65\times10^3\,\Omega$
竹瓦温泉(平均)	$3.80\times10^3\,\Omega$	$3.85\times10^3\,\Omega$

1日が24時間50分47秒であるから、大体2週間で潮汐が平等にあらわれ、尾を切断後15日で実験が終了し、16日目は温泉を換水する事なく、再生芽体の生長を測定するため、一応潮汐による温泉の変動は再生現象に及ぼす影響としては除外して考えてよいと思う。

以上の点から昭和29年7月と8月との間における再生現象に及ぼした差異は温泉自体の変化によるものとは先ず考えられない。

次に昭和29年7月と8月の気象の変化については別府市の京大火山研究所の観測によると次のようである。

第73表　氣象観測結果

項目	29年7月	29年8月	28年8月
氣圧 mm/Hg	748.96 最高 755.53 最低 739.33	750.28 758.22 719.05	750.32 755.34 743.36
氣温 °C	20.1 最高 21.54 最低 12.00	26.9 33.8 20.5	26.8 36.2 18·7
水蒸氣張力 mm	17.65 最高 21.54 最低 10.06	21.75 25.30 13.92	22.34 26.38 17.18
濕度 %	83.5	81.5	83.8
雲量	7.8割		
降水量(総計) mm	636.74	330.20	192.2
日照時 (総計)	108.90	204.52	
蒸発量 mm	3.39	5.42	5.04
天氣日数			
電雷(日)	1	2	3
霧(日)	10	5	2
快晴(日)	1	5	1
曇天(日)	18	9	10
不照(日)	11	3	0
暴風(日)	0	3	0
降水≧0.1(日)	3	2	13
降水≧1.0	18	9	9

以上の結果からすると29年7月は低温の夏で、8月に比べ、温度、水蒸気張力、降水量日照時等相当な差異がある。温度が再生現象に関係あり、いわゆる適温に於て最も速に、最も良好に行われ、これより上下両端に向つて衰え、遂に零になる所まで低下する事[146]は知られている。中村[147]はWolf再生について4月より10月まで実験し、7～8月に最も良好な成績を得ている。水蒸気張力、降雨量、日照時等がどのように再生現象に影響するかは不明であるが、ともかく"いもり"の尾の再生に対し7月よりも8月の方がより適した気象条件をそなえていたといえよう。要するに温泉以外の因子も温泉作用に関係を有し、最も適した環境条件に於て、温泉は最もよくその特徴が発揮されるものと考えられる。このような温泉作用に及ぼす気象の影響は近時注目されている[148][149]。

8　触媒作用との関係

天然温泉に触媒作用をあらわすものがある事は、Baudish.[150] Fresenius.[151] Haubner[152]、高安[153]水沼[154]、岡部[155]、小川[156]、服部[157]等々の研究する所によつて明らかである。触媒作用も又、湧出后の時間の経過により減弱、消失する老化現象を示す。創傷治癒に対しても、新鮮温泉が陳旧温泉に比べ治癒効果が大きい事は藤野[158]、山科[159]、小野[160]等により明らかにされた。このように老化現象という点からみれば触媒作用と創傷治癒効果の間には共通したものがあるようである。しかし現実には触媒作用と創傷治癒効果との間には特に関係がない場合も少くない。本邦でも大和田野[161]は雲仙温泉、小浜温泉に創傷治癒の効果を認めたが触媒作用

との関係は認めなかつた。高安[162]によれば、俵山温泉"町の湯"は湧出直后では外傷を悪化させるが、保存すると外傷治癒に佳良な温泉となる。しかも、新鮮俵山温泉には触媒作用が認められ、老化現象を示す。こうして触媒作用と創傷治癒促進作用は全く逆になつている。

触媒作用を研究する方法は多種にのぼり、一般には過酸化水素分解能、ベンチヂン反応ポーラログラフ波極大の抑圧、即ち比抑圧係数について行われる。又金ゾール反応も利用され、水沼[163]は高安、トラウベ反応を用いて、別府市地海獄の触媒作用を検し、その老化現象を認めている。

私は昭和29年8月20日より高安、トラウベ反応を利用し、海門寺、柳、竹瓦の3温泉、及び淡水について更に加熱圧水、蒸溜水についても触媒作用を調べ、再生芽体の生長、上皮再生との関係を検討した。

実　験　方　法

高安、トラウベ反応は1/400規定の塩化金5ccを5本の試験管に入れ、それぞれに2%ヨード酸0.5ccを注加し、次に被検液1ccを各々の試験管に注入、亜硫酸水0.1ccを加え、速に振蕩、混和し、「コールドゾル」析出により変色する時間を測定する。その経過を見ると亜硫酸水注加後数秒で徐々に黄色にかわり、次に紫色に変色する。ついで紫色から褐色となり最后に黒色沈澱を生ずる。水沼が「終末反応」とよぶのはどの時期を指すのか明らかでないが、最も判定しやすいのは紫色から褐色に変る点である。そこで黄色から紫色に変化しはじめる時を第1段階（Ⅰ）、紫色から褐色になる時を第2段階（Ⅱ）とし、亜硫酸水注入の時から（Ⅰ）（Ⅱ）に至る時間を測定し、5本の試験管を一群とし、この平均をもつて反応時間とした。

実　験　成　績

再生芽体の生長は海門寺温泉に淡水より促進を認め、上皮再生に対しては特に有意差を海門寺、竹瓦温泉、淡水の間に特に有意差はなかつた。高安、トラウベ反応は各温泉、淡水間に差異を示さず、唯加熱圧水のみ蒸溜水に比べて反応時間が短縮している。

第74表　高安，トラウベ反應時間

実驗期間　昭和29年8月20日～30日

被検温泉	反應過程	湧出直後（秒）	一時間後（秒）	三時間後（秒）
海門寺温泉	Ⅰ	16	15	15
	Ⅱ	34	37	34
柳温泉	Ⅰ	15	14	16
	Ⅱ	40	32	38
竹瓦温泉	Ⅰ	15	13	11
	Ⅱ	29	30	30
淡水	Ⅰ	11		
	Ⅱ	36.1		
加熱圧水	Ⅰ	9	11	10
	Ⅱ	31	33	34
蒸溜水	Ⅰ	16		
	Ⅱ	59		

考　　察

海門寺温泉が金ゾール反応を促進する能力を示さなくても、再生芽体の生長を促進している。竹瓦温泉は両者ともに促進を認めない。しかし加熱圧水のみは蒸溜水に比べ金ゾール反応の促進と共に再生芽体の促進、上皮再生の促進を示しているので、加熱圧水の作用は生物学的にも、物理化学的にも共通なものであり、恐らく一種のenergyであろうが、再生に及ぼす海門寺温泉の作用は加熱圧水の場合とは多少異つているであろうと思われる。要するに温泉の作用が単一なものでない事が明らかである。

9　小　　括

私は再生現象に及ぼす温泉の作用因子の2,3を考究する目的で、別府市内の3つの中性泉を利用し、"いもり" *Triturus pyrrhogaster* を用い、尾を切断、外見的な再生芽体生長、上皮再生について実験を行つた。即ち加熱圧水及びその食塩溶液、遊離炭酸除去温泉、温泉蒸発残渣を加えて含有成分濃度を増した温泉、蒸溜水で稀釈した温泉、スノーテツクス（珪酸コロイド）を加えた食塩水、或は気象条件等につき、再生芽体生長、上

皮再生に及ぼす影響を調べ加熱圧水、蒸溜水の分析、温泉中珪酸の状態等につき検索を行つて次の結論を得た。

(1) 温泉の作用因子の中には温泉構成水のもつ、エネルギーの作用が存在する。このエネルギーは生物学的にも物理化学的にも共通した作用をあらわし、上皮再生、再生芽体の生長のいづれにも促進的に働く。

(2) 構成水のもつエネルギーも含有成分の影響をうけると、一見消失したように見える。しかし、この場合も消失したのでなく、再生芽体生長に対しては、含有成分濃度による影響を修正するような形であらわれる。

(3) 含有成分濃度は、再生芽体生長、上皮再生に影響を与える因子とはなり得るが、そのあらわす程度は不確実で、決定的な因子ではない。

(4) 温泉中の遊離炭酸はある程度、再生に良好な影響を与えるが、決定的な影響を示す程の因子でない。

(5) 温泉中には相互に容易に移行するイオン状珪酸とコロイド状珪酸があり、この中で、イオン状珪酸はあまり大きな作用を再生現象には与えないと思われるが、コロイド状珪酸となると、どのような作用があるか不明である。

(6) 温泉中にはこの不安定な珪酸の外に安定な珪酸コロイドがあり、イオン交換樹脂にも吸着されず、その量も微量であるが、この安定な珪酸がある量に達すれば再生現象に好影響を与えるのではないかと思われる。

(7) 再生現象に及ぼす温泉作用には気象条件等、温泉以外の因子も関与し、最も良好な環境、条件において、最も良好に温泉の特徴は発揮されてあらわれる。

(8) いわゆる触媒作用と、再生現象に及ぼす作用との間には、天然温泉では特に関係はあらわさない。

第5章 総括及び結論

私は天然温泉の動物組織の再生現象に及ぼす影響を調べる目的で、別府市内に於ける中性の温泉である海門寺温泉、柳温泉、竹瓦温泉の3温泉を選び、このうちに飼育した"いもり" *Triturus pyrrhogaster* の尾を切断し、その再生芽体の生長について外見的に又組織学的に観察を行い、更に再生芽体生長に及ぼす温泉の作用因子につき、2 3の検索をした。特に中性温泉のみを使用したのは PH の影響を避けた為である。その結果、温泉はそれぞれかなり特徴を示す事を知つた。之等を総括して見ると次のようになる。

(1) 海門寺温泉は再生芽体の生長を促進するが、この温泉では淡水及び再生芽体の生長を促進しない柳、竹瓦両泉に比べ、切断后、切断部位に出現する多核白血球、単球の出現数が多い。又細胞の出現も明らかにその推移が時間的に促進される。多核白血球から単球にすみやかに推移し、再生芽細胞の出現時期が早い。組織再生についてみると、再生芽体生長を外見的に促進すると同時に顕微鏡的にも上皮、背髄の再生が柳、竹瓦温泉、淡水に比べ促進される特徴を示す。

(2) 温泉に於て特に再生芽体生長を促進しない柳、竹瓦温泉でも明らかに再生にさきだつて起る創傷治癒は促進され、単球の出現が多く、多核白血球から単球への推移が促進され、再生芽細胞の出現は淡水に比べて多い。組織について見ると柳、竹瓦温泉は淡水に比べ上皮の再生は促進しているが、背髄の再生は特に促進されない。

(3) 柳温泉は切断後に生ずる断端の退行変性壊死、崩壊の範囲が狭く、抑制的に働いている。

(4) 温泉は再生現象の促進にあたり、各々特徴ある促進作用を示しているが、之等の促進作用は決して異常過程の再生促進でなく、あくまで自然再生力の昂進であると思われる。

但し特に海門寺温泉に於て認められた如く再生の初期に背髄の再生が目立つていてしかも引つゞき

他に勝れて再生芽体の生長促進が見られた事は神経組織の再生を動機として再生機転の促進が行われたように思われるのであつて、之がこの温泉の特徴であろう。

しかし、何れにしても、之等の再生能力の昂進は単に再生芽体に及ぼす局所的な影響のみならず、全身の発育との関係に於て、発現する複雑な作用によるものと思われる。

(5) 温泉の作用は少くとも温泉の作用をうけて後の一定期間に限られ、大体2週間程度で「慣れ」の現象が起る。

(6) 温泉が特に特定組織に対する選択的再生能力を持つか否かは軽々しく断定出来ないが、然し最も再生力の旺盛な組織が最も大きな影響をうけるものの如く思われる。又、温泉作用は温泉の場合は淡水より著しい個体差が示され、特に再生芽体生長に対する促進作用が著しい温泉ほどこの傾向は大きい。即ち温泉が環境条件として、特徴ある作用を示すのみならず、之に作用をうける側の個体の諸条件が加つて温泉作用が成立するのであり、個体の側の条件も相当に大きな意義を持つと思われる事は再生能力の最も強く発揮される時期、気象、温度等の影響をうける点からも推察される。

(7) 温泉が再生に影響を与える作用因子の一に一種の温泉中の energy があげられる。高温高圧下におかれた水は一種の energy があたえられ、これは高安、トラウベ金ゾール反応の反応速度をも促進する巾の広い作用をもつ。この energy は含有成分が加わる場合には含有成分濃度の差異による再生芽体生長に与える影響を或程度修正する作用として発現する。

しかし、之によつて天然温泉作用の特徴まで説明し尽し得ない。

(8) 温泉中の遊離炭酸は或程度再生促進作用をもち、含有成分の濃度もある場合には再生芽体の生長に影響をあたえる。

(9) 温泉中の珪酸は定安な珪酸コロイドと不安定な珪酸があり、不安定な珪酸はイオンとコロイドとに相互転化するもので、この不安定な珪酸の作用は不明であるが、安定な珪酸コロイドはある量以上になれば再生を促進すると思われる。

(10) 以上の温泉の構成水の energy、含有成分濃度遊離炭酸、安定したコロイド珪酸等は一般的な温泉作用因子の二三のものとしてあげ得るが、之等をもつて直ちに個々の温泉作用の特徴を導き出す事は不可能である。この問題は更に数々の作用因子が追求され、之等の認識が重ねられてはじめて可能となるもので、この点からしても天然温泉の再生現象に及ぼす機転は複雑であり、決して不可知論に陥るものではないが、単純化して作用因子を見、之を直ちに現実の温泉作用に結びつける事は危険であると思う。

擱筆するにあたり終始御懇篤な御指導と御校閲を賜つた院長高安慎一先生及び熊大教授楢原憲章先生に深甚の謝意を表し、合せて種々御便宜を戴いた九大理学部生物学教室川上泉教授夫妻、同農学部動物学教室三宅貞祥助教授に深謝する。

なお電子顕微鏡観察について協力下さつた大分県工業試験所員の各位に感謝する。

本研究は厚生省医療研究費によつた。記して以て謝意を表する。

（本研究の要旨は第19回、第20回日本温泉気候学会に於て発表した。）

文　　献

(1) 鶴見 元雄 十全会雑誌 44巻12号 397頁 (昭14)
温 泉 12巻1号 62頁 (昭16)
(2) Dietrich. Kaminer. Handbuch d. Balneol. Bd. 4 (1924)
(3) Werner Munch. Med. Wschr. 34,1119 (1917)
(4) Riehl. Weiner. Klin. Wschr. 49, 1553 (1917)
(5) Chatzkelsohn Münch. Med. Wschr. 13, 470 (1922)
(6) 春日 英之 医事新聞 1203, 1204, 1205 (昭2)
(7) 渡辺 伝二 治療学雑誌 2巻8号 1001頁 (昭7)
(8) 高島 令三 グレンツケビート 6年4号 413頁 (昭7)
(9) 得能 倫二 軍医団雑誌 2巻3号 363頁 (昭6)
(10) 三栖 隆 実験医報 198号 820頁 (昭6)
(11) 山科 雄平 日本温泉気候学会雑誌 1巻1号 60頁 (昭10)
(12) 田代 信 臨床医学 18巻8号 108頁 (昭5)
(13) 柳 壮一、奥田 義正 治療学雑誌 3巻2号 193頁 (昭8)
(14) 吉原 啓市 治療学雑誌 4巻6号 713頁 (昭9)
(15) 松本 亀雄 日本温泉気候学会雑誌 3巻2号 19頁 (昭12)
(16) 平野 秀作 仝 上 7巻1号 25頁 (昭16)
(17) 藤野 武志 仝 上 4巻2号 264頁 (昭13)
(18) 大和田野浩一 臨床と研究 22巻2号 133頁 (昭20)
(19) 今村 純夫 九大温研彙報 3巻4号 21頁 (昭26)
(20) 奥田 義正 日本外科学会雑誌 32回1号 82,17頁 (昭6)
(21) 柳 壮一 臨床ノ日本 3巻 1冊 44 (昭10)
(22) 鶴見 元雄 前 揭 (1)
(23) 松本 亀雄 前 揭 (15)
(24) 小野 順一 臨床と研究 22巻6,7,8号 333頁 (昭20)
(25) 河村 浩 医療5巻5号 262頁 (昭26)
(26) 茂木蔵之助 前 揭 (15) より引用
(27) 大庭 国記 慶応医学3巻8号9号 (大12)
(28) Trembley (1740) 岡田 要著「発生」共立社から引用 (昭25)
(29) Spallanzani (1768) 仝上
(30) Wendelstadt Arch. Mik. Anat. 37 406 (1891)
(31) Fritsch Zool. Jahr. Abt. allg. Zool. u. Physiol. 30, 377 (1911)
(32) Schotte Rez. Suisse. Zool.33,1 (1922)
(33) Locatelli Arch. Ent. Mech. 114, 686 (1929)
(34) Singer Joun. exp. Zool 101, 221 (1946)
(35) 岡田 要、Annot. Zool. Japon. 17, 339 (1938)
(36) 川上 逸枝 動物学雑誌 56巻1.2.3号 26頁 (昭19)
(37) Godlewski Arch. Ent. Med. 114, 108 (1928)
(38) Effimov (1931,33) ⎫
(39) Polezhaev (1935) ⎬ Thornton (41) より引用
(40) Vavorina (1935) ⎭

(41)　Thornton　Joun, exp. Zool. 118, 467 (1951)
(42)　伊東祐一、高慎一　「別府温泉に関する研究ノート」より
(43)　Kruskal. Wallis　石崎有信　日本医事新報 No.1525, 2752頁 (昭28年) より
(44)　岩原信九郎　「教育と心理の為の推計学」初版　世界社　(昭27)
(45)　泉　　文献不詳　川原達三　日本温泉気候学会雑誌　2巻1号　125頁より引用)昭11)
(46)　スピアマン　前　掲 (44)
(47)　Wendelstadt　仝　上 (30)
(48)　Fritsch　仝　上 (31)
(49)　Korschelt　Regeneration u. Transplantation Jena (1907)
(50)　Barfurth　Arch. mikr. Anat. 37: 406 (1891)
(51)　Ide.-Ragas　Roux. Arch. Entw. Mech. 135, 552 (1937)
(52)　Nardi　同誌　135, 298 (1936)
(53)　Heger　同誌　139, 393 (1939)
(54)　Calucci　森 (57) より引用
(55)　Wendelstadt　前掲 (30)
(56)　Fritsch　前掲 (31)
(57)　森　富　解剖学雑誌　24巻3号　100頁 (昭24)
日新医学　37巻8号　320頁 (昭25)
(58)　Hellmich　Roux. Arch. Entw. Mech. 121, 135 (1930)
(59)　Sauter　同誌　132,1 (1934)
(60)　森　富　前掲 (57)
(61)　岡田　要　「発生」現在の生物学第2集 共立社 (昭25)
(62)　川上　逸枝　前掲 (36)
(63)　碓井　益雄　日本医事新報　1539号4202頁 (昭28)
(64)　Thornton　前掲 (41)
(65)　Wolf (1902,) (1910) Sin. ger (34) より引用
(66)　Walter (1912)　Thornton (41) より引用
(67)　Schotte′　前　掲 (32)
(68)　Singer　仝　上 (34)
(69)　Locatelli　仝　上 (33)
(70)　岡田　要　仝　上 (35)
(71)　森川　久雄　動物学雑誌　52巻3号　97頁 (昭15)
(72)　Morgan　Arch. Entw. Mech. 15, 314 (1903)
(73)　Bsichler　(1926)
(74)　Weiss　(1925)　Thornton (41) より引用
(75)　Umanski　(1937)
(76)　Thornton　前掲 (41)
(77)　　仝上
(78)　柳　壮一　日本温泉気候学会　6巻3号　60頁 (昭15)
(79)　山科　雄平　前　掲　(11)
(80)　松本　亀雄　仝　上　(15)
(81)　高安　慎一　日新医学　32年1号　15頁 (昭18)

(82)　山科　雄平　　北海道医学雑誌　12年7号（1557頁）（昭9）
(83)　藤野　　　　柳　壮一（78）の綜説より引用
(84)　小野　順一　　前　　掲（24）
(85)　Harpuder　　「温泉療法」高安慎一　金原書店（昭14）より
(86)　大島　良雄　　温泉科学　5巻1号　3頁（昭27）
(87)　高安　慎一　　実践医理学　10年2号　197頁（昭15）
(88)　Baudish & Welo　Joun. biochem. 64, 3, 753（1925）
(89)　関　　正次　　日本温泉気候学会雑誌　15巻　1号1頁（昭24）
(90)　高安　慎一　　前　掲（81）
(91)　Vouk　　d. Balneol. 8, 3, 71（1941）
(92)　伊東　祐一　　温泉科学　2巻 2,3号　68頁（昭17）
(93)　大田　弥石　　臨床と研究　23巻21号　30頁（昭21）
(94)　牧田　汎耕　　解剖学雑誌　26巻4号　64頁（昭26）鹿児島医大紀要　4巻1号　49頁（昭28）
(95)　高安　慎一　　共済医学会西日本部会特別講演（昭28）
(96)　Vouk　　　　前掲（91）
(97)　西田　弘、伊東　祐一　　日本温泉気候学会雑誌　7巻4号　219頁（昭17）
(98)　伊東　祐一　　前掲（92）
(99)　大田　弥石　　仝上（93）
(100)　仝　　上　　仝上（93）
(101)　牧田　汎耕　　仝上（94）
(102)　黒田　和夫　　温泉の科学　長谷川書店版　（昭24）
(103)　矢野　良一　　日本温泉気候学会雑誌　14巻2号　21頁（昭23）
(104)　野滿　隆治　　地球物理　2巻3号　233頁（昭13）
(105)　本田　雅健　　イオン交換　南江堂　（昭29）
(106)　高安　慎一　　前　　掲（87）
(107)　水沼　道勝　　医学研究　15巻6号　1341頁（昭16）
(108)　若林　　勝　　日本新報　1579号　3115頁（昭29）
(109)　小野　順一　　前　　掲（24）
(110)　伊東　祐一　　仝　　上（92）
(111)　小野　順一　　仝　　上（24）
(112)　高安　慎一　　第20回日本温泉気候学会総会特別講演（昭30）
(113)　西田、伊東　　前　　掲（97）
(114)　今石戦時郎　　温　　泉　8巻9号　82頁（昭12）
(115)　Brüning　　d. Balneol. 3, 1, 24（1936）
(116)　藤野　武志　　日本温泉気候学会雑誌　4巻2号　264頁（昭13）
(117)　柳　　壮一　　手　　術　6巻2号　157頁（昭27）
(118)　高安　慎一　　前　　掲（81）
(119)　Parade　　（1932）
(120)　Cobet　　（1935）　} 高安慎一　前掲（81）より引用
(121)　山科　雄平　　北海道医学誌　13年　10号　1917頁（昭10）
　　　　　　　　　日本外科学会誌臨時増刊2頁（昭10）
(122)　沖田頼四郎　　医学研究　11年12号　3675頁（昭12）

(123)　荒巻　逸夫　グレンツケビート　14年7号759頁（昭15）
(124)　山科　雄平　前　掲（11）
(125)　小野　順一　前　掲（24）
(126)　松本　亀雄　前　掲（15）
(127)　Dietrich Kaminer 仝上（2）
(128)　水田　太郎　大阪医学会雑誌　33巻12号　4251頁（昭9）
34巻1号119頁（昭10）　34巻2号353頁（昭10）
(129)　日本薬学会協定　衛生試験法
(130)　Dienert. Wandenbulcke　Compt. rend.　176, 1478（1923）
(131)　岩崎 岩次、樽谷 俊和、桂 敬、有野 博文　日本化学雑誌　75巻8号800頁（昭28）
(132)　Dietrich Kaminer 前掲（2）
(133)　鈴木　重夫　電子顕微鏡．物理学集書．河出書房．91頁（昭23）
(134)　杉原　健　岡山大学温研報　11号14頁（昭27）12号6頁（昭28）
(135)　岩崎　岩次　前掲（131）
(136)　大蔵　武　日本化学雑誌　75巻9号915頁（昭29）
(137)　岩崎　岩次　前　掲（131）
(138)　大蔵　武　仝　上（136）
(139)　杉原　健　仝　上（134）
(140)　大蔵　武　仝　上（136）
(141)　本田　雅健　仝　上（105）
(142)　大島　良雄　岡山大温研報　6号　76頁（昭27）
(143)　瀬野　金蔵　地球物理　2巻2号152頁（昭13）
(144)　松本　亀雄　前　掲（15）
(145)　野満 隆治、瀬野 金蔵　地球物理　2巻1号1頁（昭13）
(146)　岡田　要　前　掲（61）
(147)　中村（1935年）　市川衛　生物学実験法講座、中山書店より引用（19年）
(148)　藤巻　時男　20回日本温泉気候学会総会特別講演（昭30）
(149)　大島　良雄　前　掲（142）
(150)　Baudish & Welo　仝上（88）
(151)　Fresenius u. Lederer. Biochem. Ztschr.　226. 139.（1930）
(152)　Haubner　Med. Klin. Jg.　23,　47, 1806（1927）
(153)　高安　慎一　東京医事新報　2662,　416頁（昭5）
(154)　水沼　道勝　前　掲（107）
(155)　岡部　達蔵　日本化学雑誌　62巻17号663頁（昭16）
(156)　小川巌、若井七郎　日本温泉気候学会雑誌　3巻1号17頁（昭12）
(157)　服部　安蔵　日本衛生化学誌　15巻12号13頁（昭18）
(158)　藤野　武志　前　掲（116）
(159)　山科　雄平　仝　上（121）
(160)　小野　順一　仝　上（24）
(161)　大和田野浩一　仝　上（18）
(162)　高安　慎一　温泉療法金原書店（昭14）

(163)　水沼　道勝　　前掲 (107)

附図A

1　切断后2日目の"いもり"の尾の組織学的所見柳温泉 (接眼5×対物10)
2　仝　上　竹瓦温泉　〃
3　仝　上　海門寺温泉　〃
4　仝　上　淡　水　〃
5　切断后4日目　柳温泉　(接眼5×対物10)
6　仝　上　竹瓦温泉　〃
7　仝　上　海門寺温泉　〃
8　仝　上　淡　水　〃

附図B

9　切断后7日目　柳温泉　(接眼5×対物10)
10　仝　上　竹瓦温泉　〃
11　仝　上　海門寺温泉　〃
12　仝　上　淡　水　〃
13　切断后12日目　柳温泉　(接眼5×対物10)
14　仝　上　竹瓦温泉　〃
15　仝　上　海門寺温泉　〃
16　仝　上　淡　水　〃

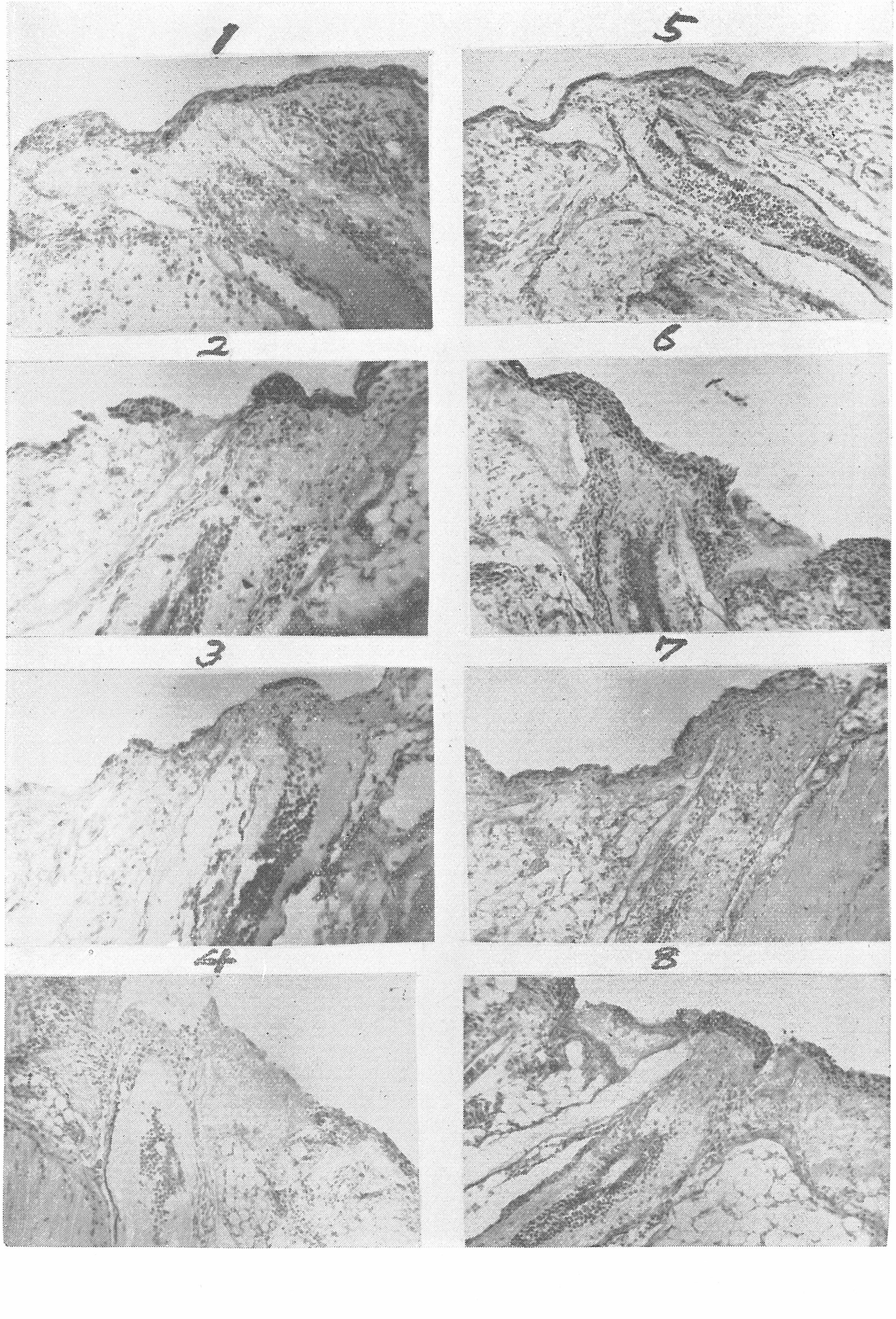
附図C

17　切断后18日目　柳温泉　(接眼5×対物10)
18　仝　上　竹瓦温泉　〃
19　仝　上　海門寺温泉　〃
20　仝　上　淡水　〃
21　切断后24日目　海門寺温泉　(接眼5×対物10)
22　切断后31日目　柳温泉　(接眼5×対物10)
23　切断后24時間目の"いもり"の前肢　淡水　(接眼5×対物10)
24　仝　上　海門寺温泉　〃

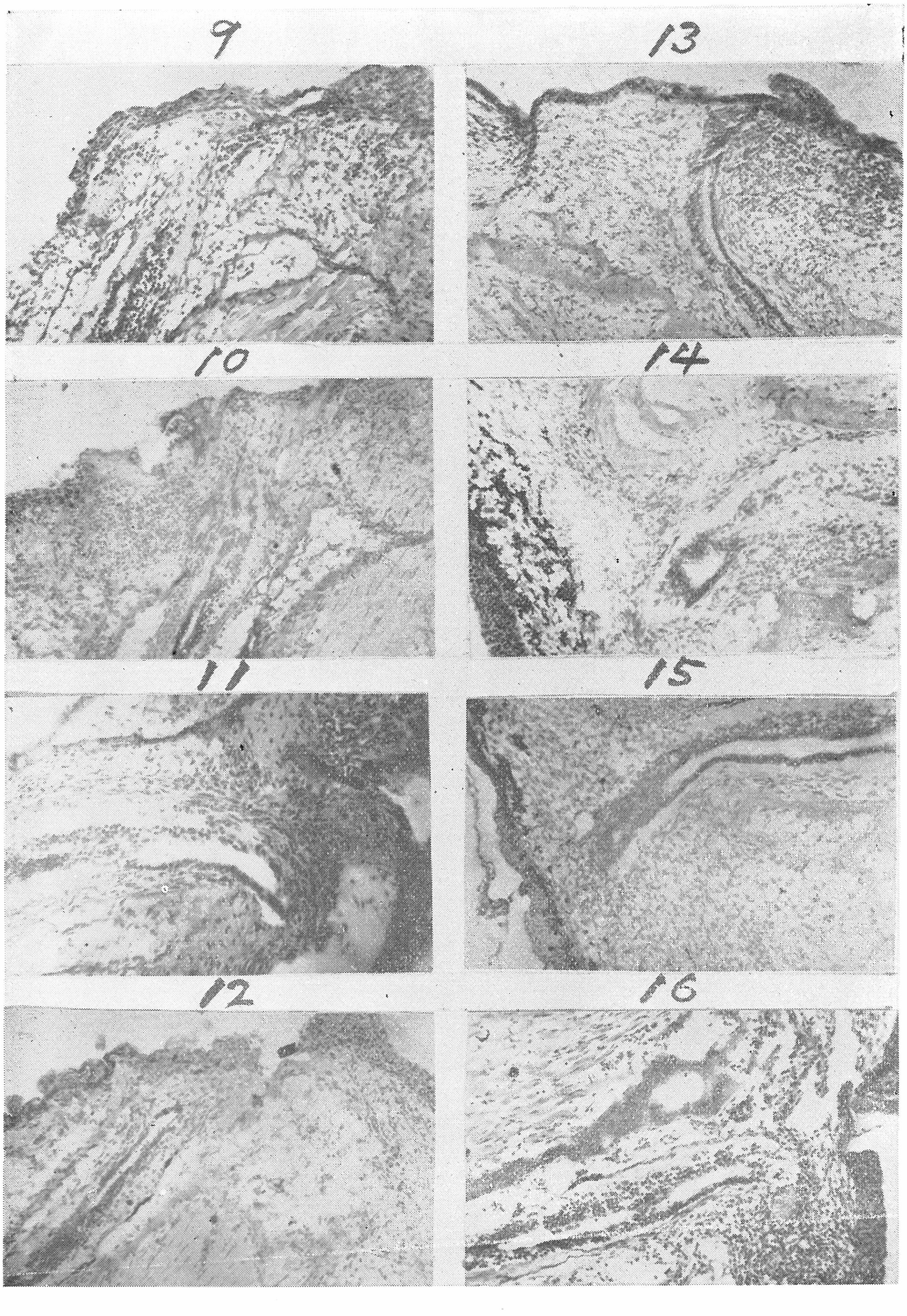
附図D　(温泉の電子顕微鏡所見)

1　新鮮海門寺温泉　(21,600倍)
2　新鮮竹瓦温泉　(21,600倍)
3　新鮮柳温泉　(21,600倍)
4　海門寺温泉蒸発乾涸再溶解 (19,200倍)
5　竹瓦温泉蒸発涸再溶解 (19,200倍)
6　柳温泉蒸発涸再溶解 (19,200倍)
7　老化海門寺温泉湧出後3週間 (22,000倍)
8　仝　上　竹瓦温泉 (22,000倍)
9　仝　上　柳温泉 (22,000倍)
10, 11　海門寺温泉脱塩水 (20,400倍)
12　スノーテツクス蒸発乾涸再溶解 (30,000倍)
13　スノーテツクス (30,000倍)

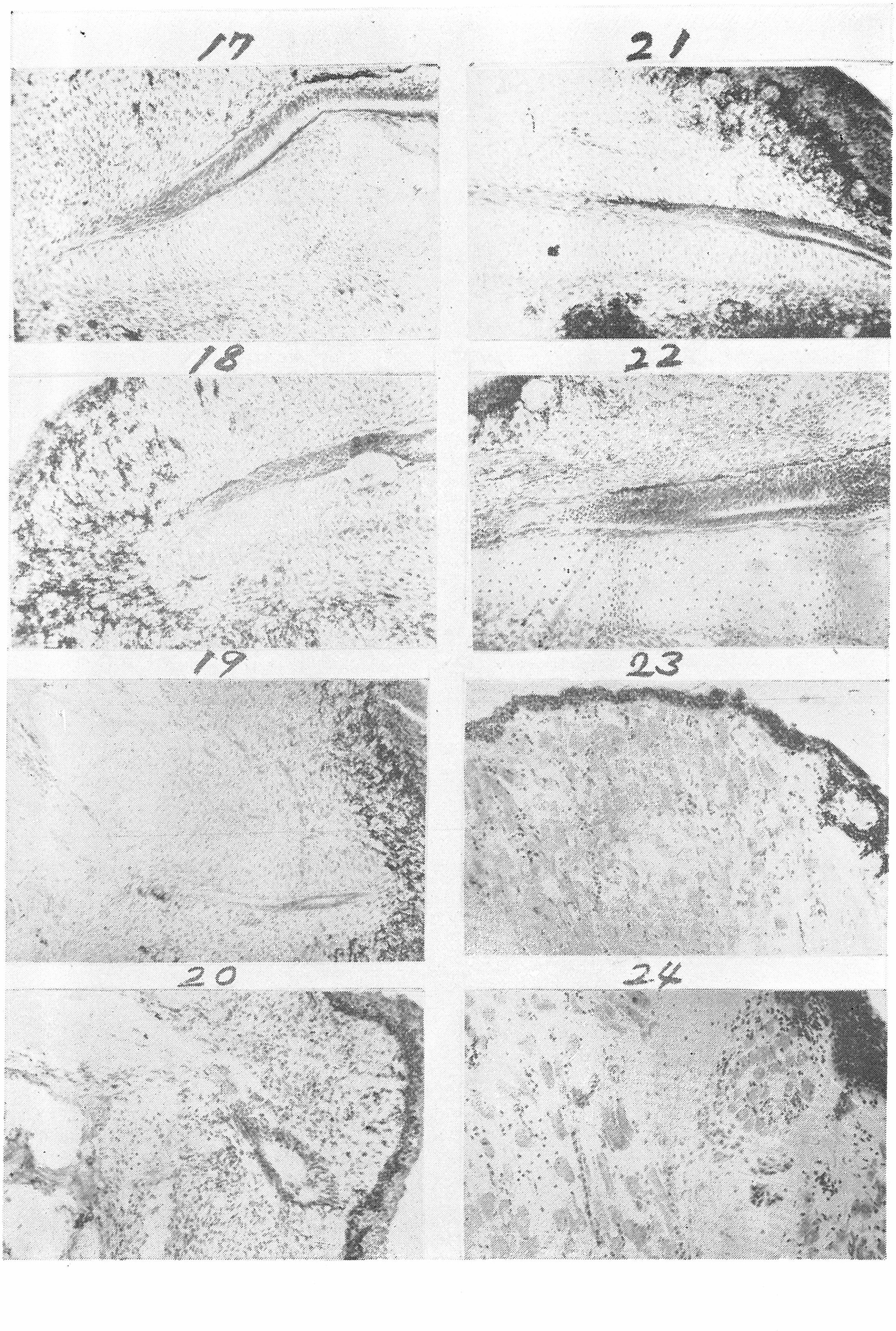
附図 A



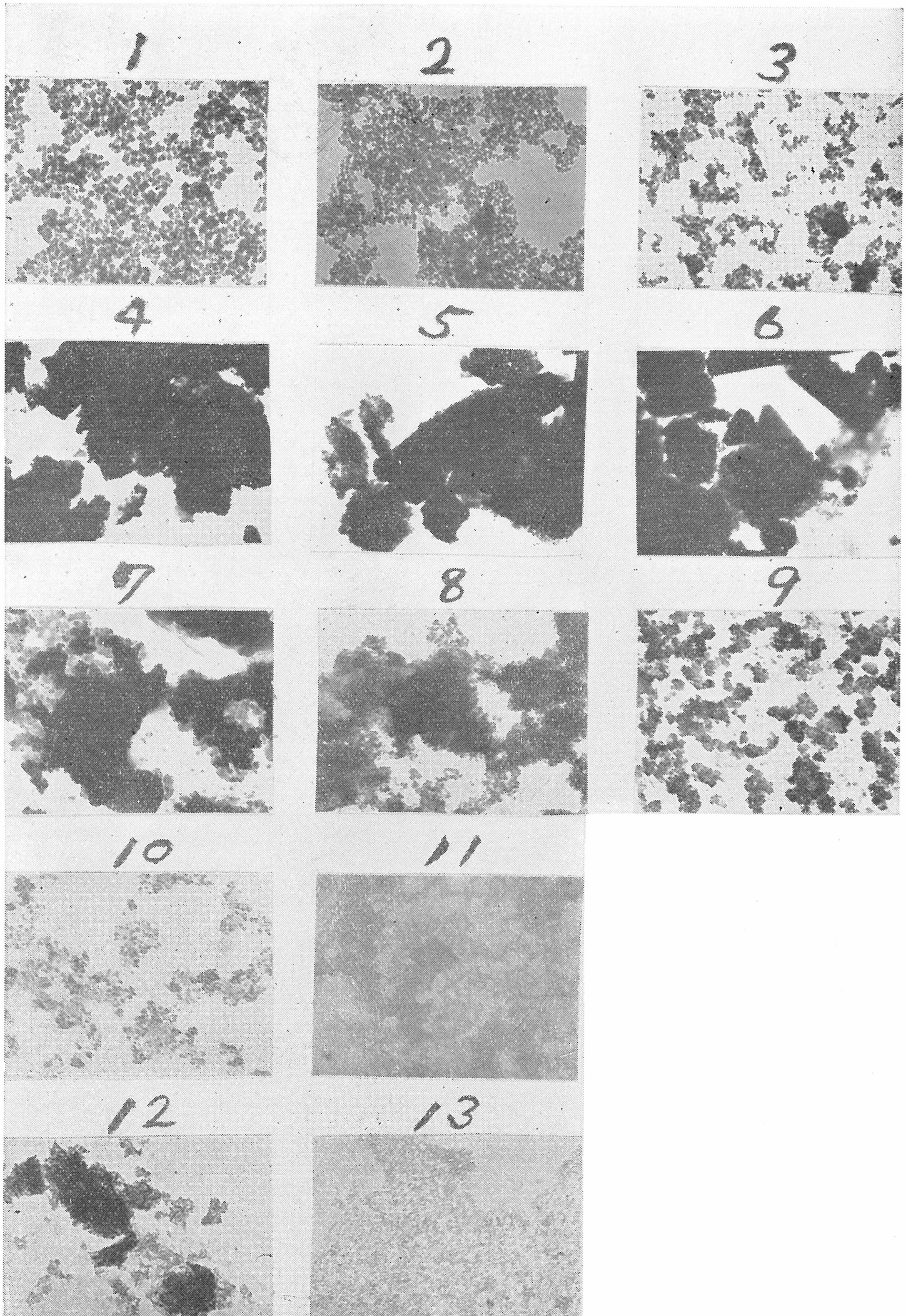
附図 B



附 図 C



附 図 D



Effects of hot springs upon the regeneration of animal tissues.

Tsutomu SHINO

(I) The effect of some hot springs upon the regeneratiou of tissues was investigated by a method of using the tails of *Triturus Pirrhogaster*. The triton's tails were cut off, and were kept in the hot springs. The growth of regenerated bud was examined externally by the stereoscopicmicroscop, and in histological view- points. The results obtained were as follow.

1) In the Kaimonji hot spring, it was recognized, the growth of regenerated bud, regeneration in derma, spinal cord, muscles and other tissues were stimulated.

2) Both of the Yanagi and the Takegawara hot spring did not stimulate the growth of regenerated bud, but stimulated the regeneration of derma.

3) In all hot springs used as the material to promote the regeneration of tissues, many regenerated cells were found in the amputated stump at earlier stages as compared with the case that the tritons were kept in the tap water.

4) The extent of dedifferentiation in the amputated ends was restricted in the hot springs especially in the Yanagi.

5) The striking differences were observed among the individuals in the growth of regenerated buds and the regeneration of tissues in case of the hot springs as compared with the water.

6) The effects of the hot springs upon the growth of the regenerated buds seemed to be influenced by the climatic factor.

7) From the results mentioned above, it was assumed that the peculiarities in the agency of the hot springs for the regeneration were non-variable one but relative and variable one which fluctuated according to the corelation between the sensitivity of individuals, the potentiality of tissues for the regeneration and actions of hot springs concerned.

8) The phenomen of being acustumed as to the effects of the hot spring to the regene -ration was confirmed in all cases.

9) In all the hot springs used as material, it was recognized that there was corelation between the growth of regenerated bud and increaes of the body weight.

(II) In order to ascerten the factor of the hot springs for regeneration of tails of triton, some experiments were carried out and following results were obtained.

1) In the distilled water treated under the conditions of 134c°, $2Kg/cm_2$, for 2 hors, the growth of regenerated bud and derma were stimulated, but the effects decreased with the passage of time. The chemical analysis of the treated distilled water showed an inc -reases of Sio_2 from. 0.7mg/1 to 2.2mg/1. Since the concentration of SiO_2 in the treated distilled water did not change with the passage of time, the factor stimulating the reg eneration may be ascribed to "something" other than the components in the hot spring, and may be able to be identified with the factor of the "Fervoreffekt by VOUK".

2) The effect of the treatd distilled water on the regeneration disappeared by adding the solutes, NaCl.

3) The concentration of the components of the hot spring was found to be one of the factors affecting regeneration, and the more dilute concentration has stronger effects, even if the same hot spring was diluted artificially.

4) The regeneration was slightly restricted by discharging free CO_2 from the hot spring.

5) When examined by the "TAKAYASU-TRAUBE" reaction, it was found that the effects upon the regeneration have no correlation to the catalistic agency.

6) In the hot spring two types of silicic acid, namely, stable and unstable one, were found. The latter changes reciprocally between colloidal and ionen condition.
The artificially produced stable silicic acid gel stimulated the regeneration. From these results, it was assumed that the stable silicic acid in the hot springs have an effect upon the regeneration, but to clarify this problem more detailed experiments are requiered.