

温泉資源の保護のために

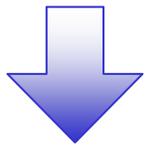
～ 神奈川県事例より～

中央環境審議会「温泉小委員会」
平成18年11月21日(火)

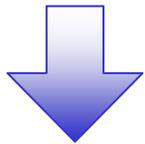
神奈川県温泉地学研究所 板寺一洋

富士山の見えるところに温泉はない。 (箱根・伊豆地方の諺)

河川の浸食により、温泉を貯えている地層が露出しているところに、温泉が湧き出していた。



谷あい



富士山は見えない



「箱根七湯」の図

温泉需要の増加

温泉観光の
普及・流行

掘削技術の進歩
新しいポンプの開発

くみ上げ量の増加

箱根温泉の井戸数・湧出量の増加

	井戸数	湧出量
1958(昭和33)年	210	11.6(m ³ /分)
1969(昭和44)年	346	23.0(m ³ /分)

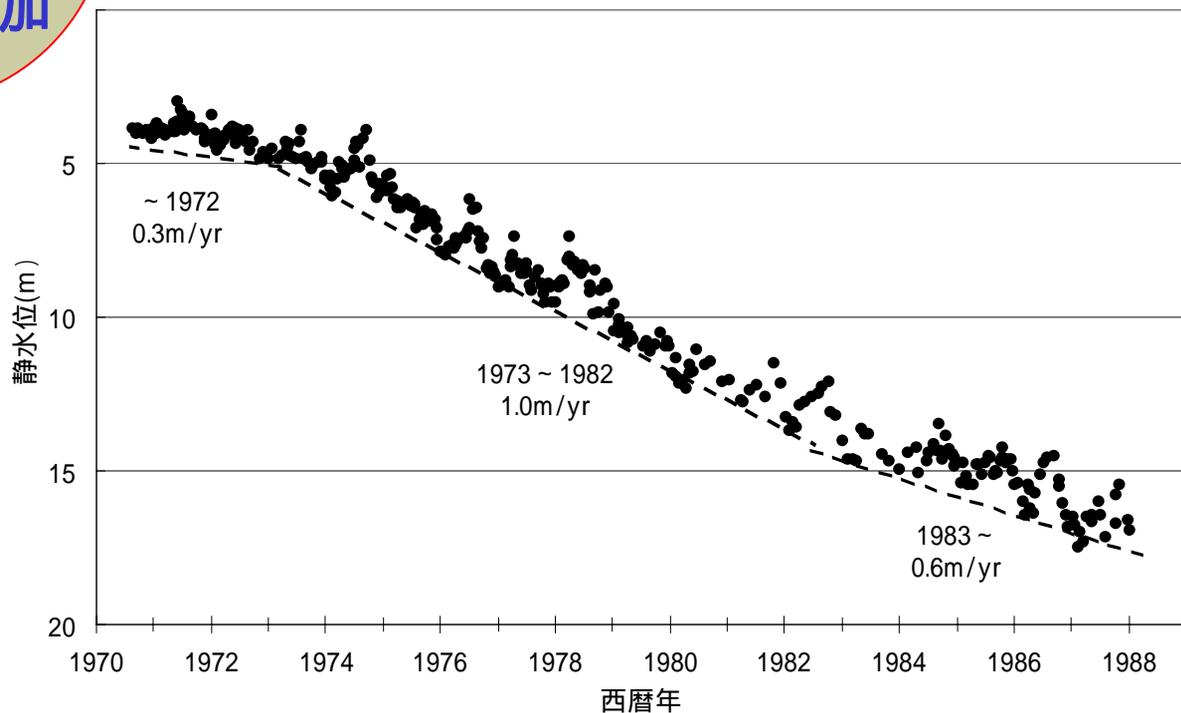
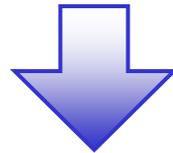


図 箱根湯本の温泉水位の経年変化(大山 1989)

温泉需要の増加

昭和30年代～温泉井戸の水位低下が観測され、
温泉涸渇の心配が高まる



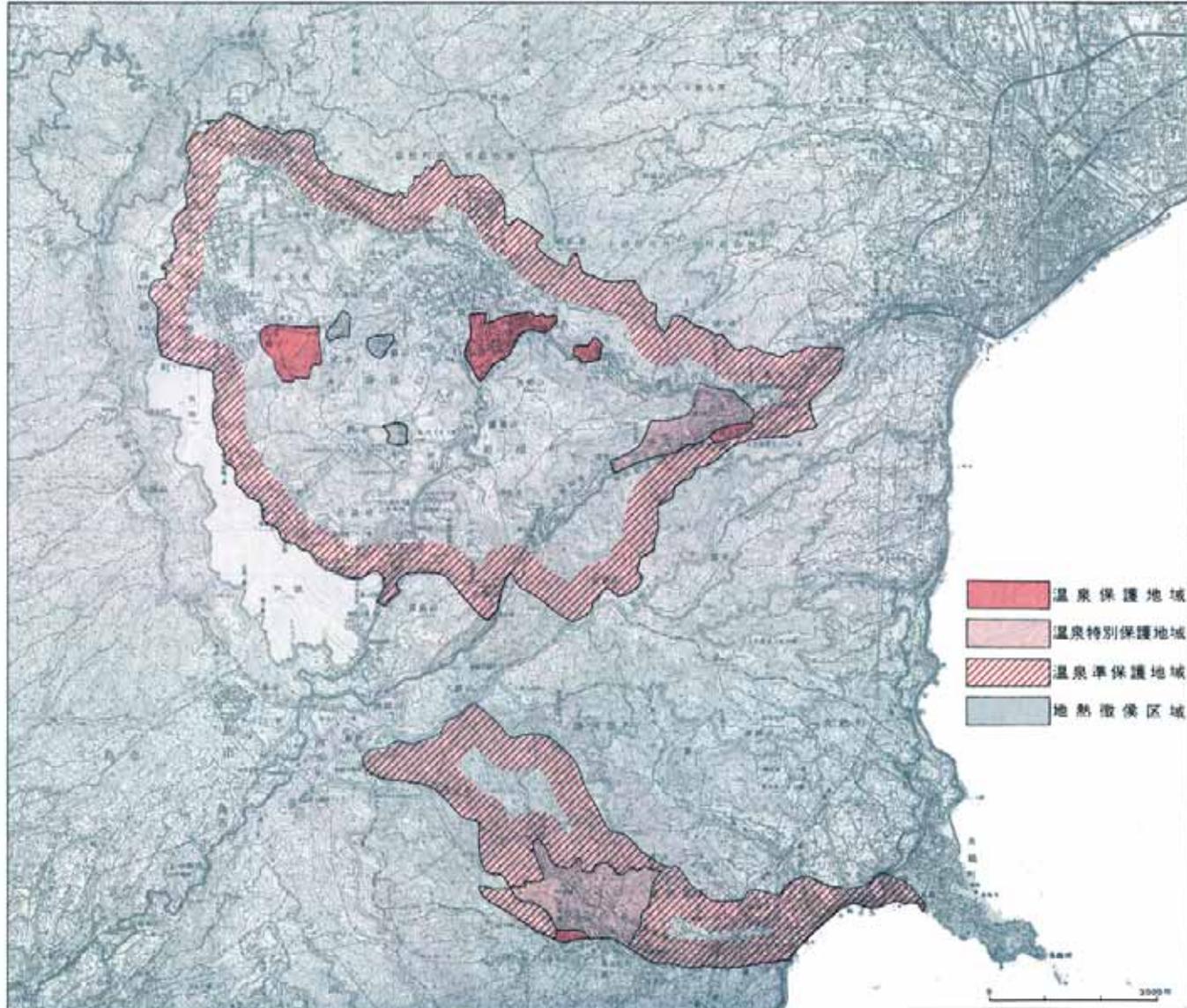
昭和42年～温泉掘削や汲み上げ量についてのルール
(神奈川県温泉保護対策要綱)を定める。

県内を規制地域(保護地域、準保護地域
など)と一般地域に区分

温泉の新規掘削や、汲み上げ量決定のため
のルールを定める。

温泉保護のための地域設定

箱根町、湯河原町及び小田原市地区



温泉保護のための地域設定

地域区分	設定の基準	主な地域
温泉特別保護地域	過去に源泉相互の影響が顕著 過去数年間、水位・温度の低下が顕著、かつ揚湯量が減少 源泉密度が特に高い	箱根温泉の一部 湯河原温泉の一部
温泉保護地域	過去に源泉相互の影響が現れている 最近、水位の低下が現れている 湧泉を温存する必要がある	箱根温泉の一部 湯河原温泉の一部 中川温泉の一部
温泉準保護地域	最近、源泉相互の影響が現れている 源泉間に一定の距離をおくことが適当と認められる 今後、水位の低下が予想される 蒸気の噴出を主とする	箱根温泉の一部 湯河原温泉の一部 中川温泉の一部 鶴巻温泉の一部
一般地域	上記以外の地域	

温泉保護のための地域設定

地域区分	新規掘削	揚湯量の制限	動力装置の変更に関する措置	休止源泉の復活
温泉特別保護地域	認めない		井戸ごとに定められた量(実態調査等の平均)の95%	認めない
温泉保護地域	認めない		井戸ごとに定められた量(実態調査等の平均)以内	認めない
温泉準保護地域	既存源泉から水平距離が150m以上の場合に限り認める	最高限度量以内、かつ200m以内の既存源泉に影響を及ぼさない量	既許可装置許可時の量以内	既存源泉から水平距離が110m以上、かつ既存源泉に影響のない場合に限り認める
一般地域				

管轄保健所による定期的な 実態調査

平成17年度温泉実態調査結果
箱根上地区(湯本・塔ノ沢地区を除く)

源泉調査表

宮城野No. 2

源泉番号	源泉					動力装置許可時の内容										調査時の内容								備考			
	標高 m	掘削 口径 mm	深度 m	水止め管		許可 年月日	区分	動力 の種類	封印 の有無	動力装置の内容	誘導管		空気管		泉温 ℃	湧出量 l/min	調査月日	電流 A	回転数 R/min	動水圧 kg/cm ²	泉温 ℃	湧出量 l/min	熱量 kcal/min		pH	電導度 μs/cm	
				口径 mm	長さ m						口径 mm	長さ m															
21	670	150	400.0	75	140.0	S46.1.28	本	空	無	11kw平山横3段175x150	50	385.0	13	379.5	90.5	74	H17.10.18	39.0	222	22.0	91.4	70	6398	9.33	589	未利用	
25	482		168.4	50		S56.10.22	本	空	無	2.2kw明治堅複90x108	50	86.0	13	60.4		104	H17.11.1	2.9	279	3.9	37.6	40	1504	8.42	940	未利用	
26	534		288.0	100		S28.10.15	本	空	有	7.5kw平山横2段150x135	50	232.2	13	221.2		70	H17.11.10	20.5	288	13.1	48.5	52	2522	8.44	271		
28	562	150	301.0	75	104.0	S59.8.9	本	空	無	7.5kw平山横2段150x135	50	291.5	13	236.5	66.4	74	H17.10.7	23.3	260	15.6	65.3	63	4114	8.74	1064		
30	511	15	339.0	100		S31.8.27 S59.2.8	本 予	空 空	無 有	7.5kw平山横2段150x135 7.5kw平山横2段150x135	50	185.4	13	181.5		70	H17.10.7	22.1	277	10.3	53.8	65	3497	8.82	915		
31	698	200	139.1	150	44.0			蒸																		未計量	
32	470	150	583.2	75	236.5	S55.1.10	本	空	無	7.5kw平山横2段150x150	50	231.0	13	225.5		50	H17.9.27	25.8	253	9.2	36.2	37	1339	8.95	282	未利用	
33	527	250	#####	200	206.0	H5.4.19 H6.3.22	本 予	空 空	有 無	11kw平山横2段180x135 7.5kw平山横2段150x150	65+50	800.0	13	172.0	43.6	113	H17.11.10	26.1	253	10.0	32.4	101	3272	8.76	115		
34	537	150	278.0	100		S32.4.17	本	空	無	7.5kw尾鷲横2段150x152	50	229.0	13	212.0	68.0	103	H17.10.13	23.6	195	12.8	69.1	74	5113	8.55	1822		
35	570	150	321.0	100	220.0	S63.3.22	本	水	有	3.7kw'タ'7x3水ポンプSPA-42	40	180.0				69	H17.12.21	15.5		5.3	62.0	61	3782	7.06	2290		
36	559	150	298.0	100		S55.3.24 S55.3.24	本 予	空 空	無 無	7.5kw平横3段150x150 7.5kw平横3段150x135	50	293.9	13	287.6		47	H18.2.7										未利用
38	464	150	63.5	100	40.0	S41.10.25 S42.3.27	本 予	空 空	無 無	3.7kw平横1段127x127 3.7kw平横1段127x127	50	55.0	13	38.5	33.0	94	H17.9.22	11.3	297	2.4	28.8	57	1642	8.41	553	未計量	
39	660	150	134.0	100	92.0			蒸								H17.11.24	(31, 39, 61, 62, 102, 108, 120, 122号泉合併)										
40	430	150	240.0	100	148.5	S37.11.20 S38.2.1	本 予	空 空	無 無	7.5kw平山横2段175x150 7.5kw平山横2段150x150	64	198.0	19	187.0	58.0	160	H17.11.28										

(注)空:空気圧縮機 水:水中ポンプ タ:タービンポンプ 本:本動力 予:予備動力

湯河原温泉における 実態調査

最近の傾向

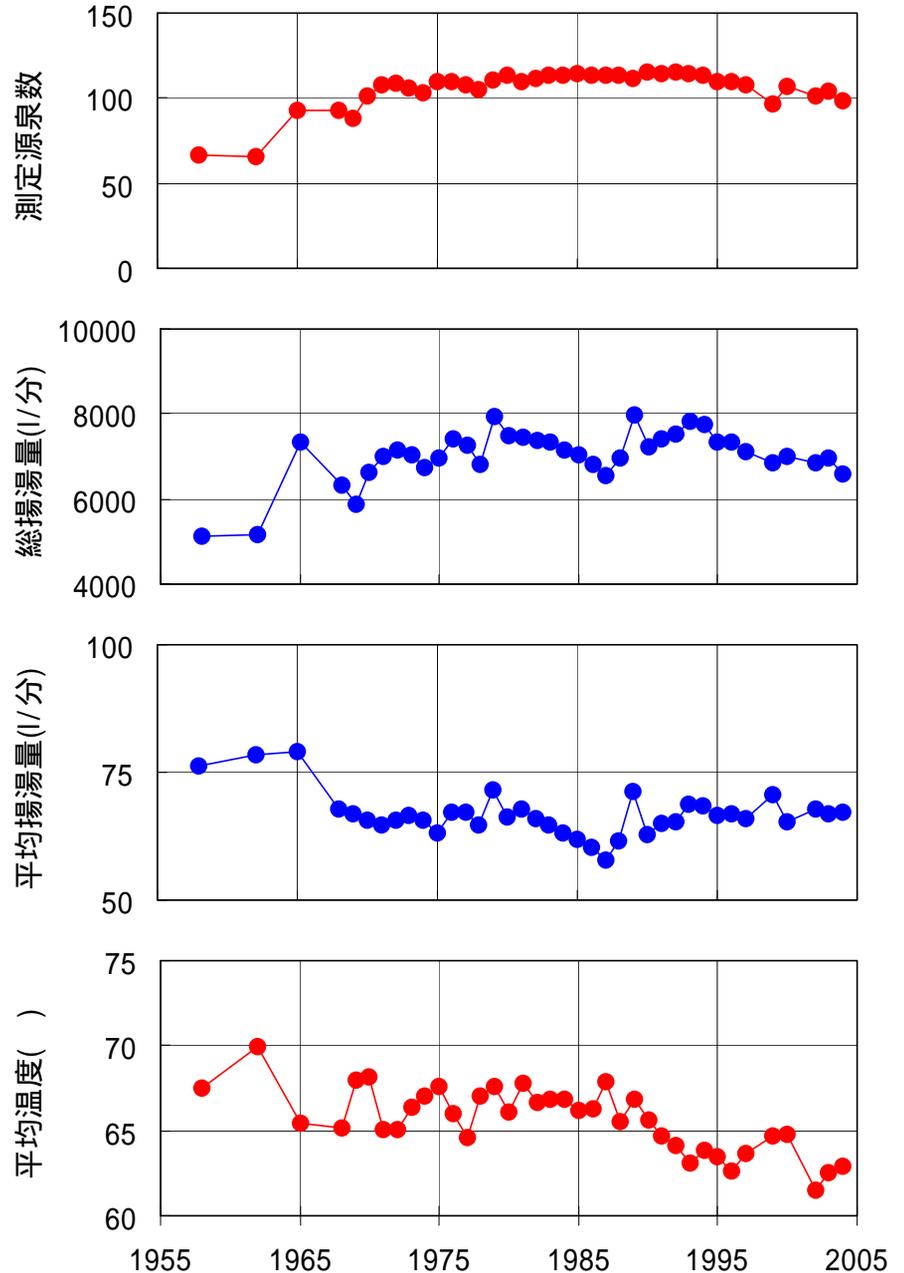
・源泉数、揚湯量とも横ばい

保護対策の効果か？

・温度は一様に低下傾向

揚湯量の抑制による？

揚湯による温泉の状況の
変化？



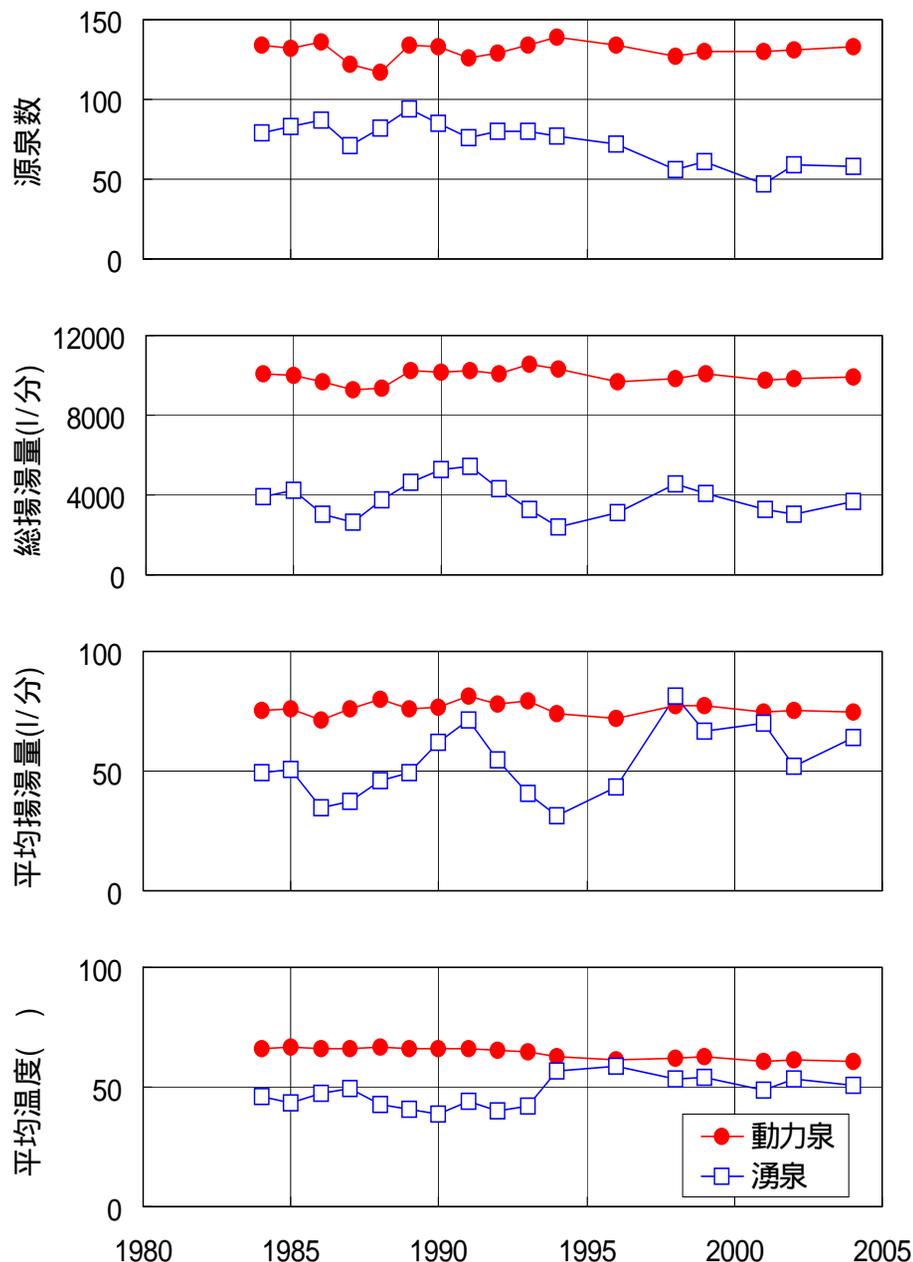
箱根上地区(湯本・塔ノ沢以外)における 実態調査

最近の傾向

・動力泉、自然湧泉とも

数、量、温度は、ほぼ横ばい

保護対策の効果か？



温泉保護の取り組みなどにより、現在、涸湯化の傾向は、落ち着きを見せている。(菊川;2003など)

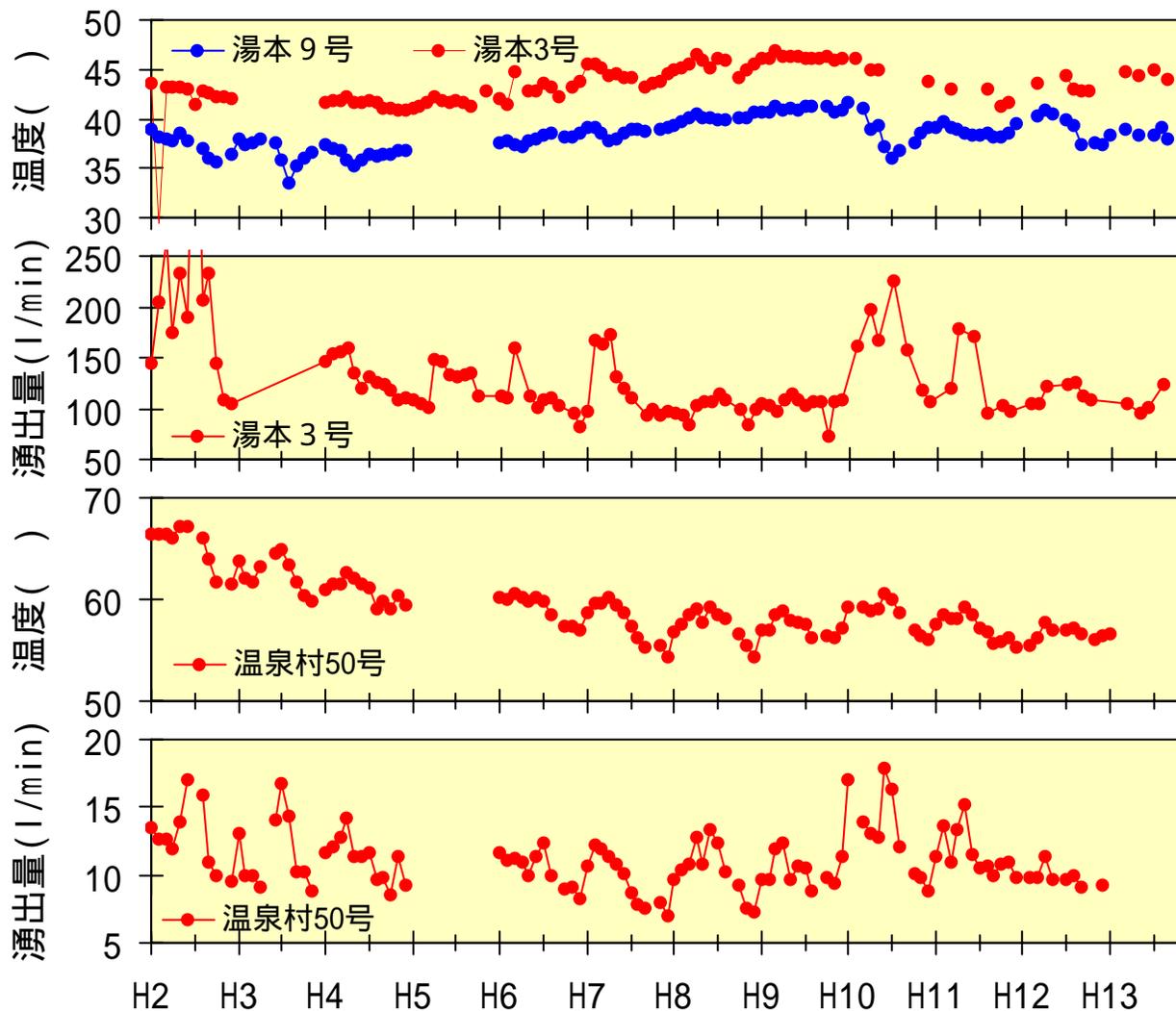
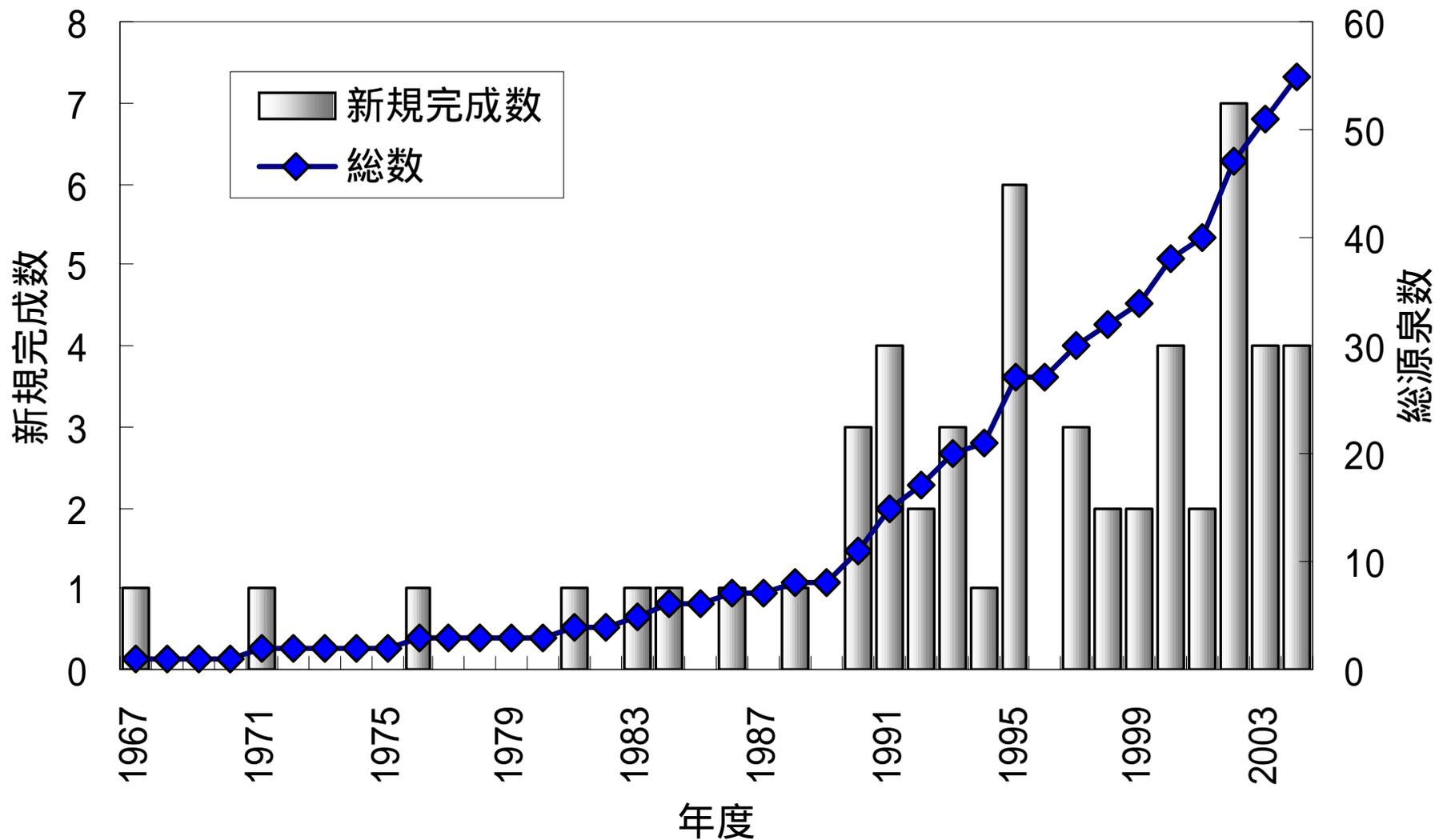


図 箱根湯本と宮の下における、温泉温度・湧出量の推移

神奈川県における 深度1000m以上の温泉井戸数の推移



神奈川県の大深度温泉(市町村別)

市町村別の源泉数

市町村	源泉数
箱根	10
湯河原	9
横浜	6
小田原	3
藤野	3
相模原	3
その他	21
計	55

(2005年3月末現在)



神奈川県の大深度温泉 (温泉全体に占める割合)

源泉総数	525
<u>大深度温泉数</u>	<u>51</u>

源泉総数の約10%

(2004年3月末現在)

県全体の湧出量	約37,000L/min
<u>大深度温泉井の許可量</u>	<u>約4,600L/min</u> (日量約6,600ト)

総湧出量の
約12%

(2004年3月末現在)

一般地域におけるルールづくり

神奈川県では…

深さ1000m以上の温泉井戸の掘削

既存井戸から1000m以上の距離をとること

汲み上げ量の決定

汲み上げ量と水位低下の関係を調査し、その結果に基づき判断

大深度温泉の集水域について(大山試算)

年平均気温15 の地域で、温度35 の温泉を100リットル / 分揚湯する場合に地下から獲得する1秒あたりの熱量は

$$(100 \times 10^3) \times 1 \times (35 - 15) / 60 = 3.33 \times 10^4 \text{ (cal / sec)} \quad (1)$$

島津(1971)によれば、日本の平均的な地殻熱流量(地下から供給される熱エネルギー)は火山地域では2HFU以上、非火山地域では約1HFU(Heat Flow Unit: = 10^{-6} cal/cm²·sec)である。したがって非火山地域において(1)の熱量を集めるための範囲を半径R1 mの円とみなすと

$$\cdot (R1 \times 10^2)^2 \times (1 \times 10^{-6}) = 3.33 \times 10^4$$

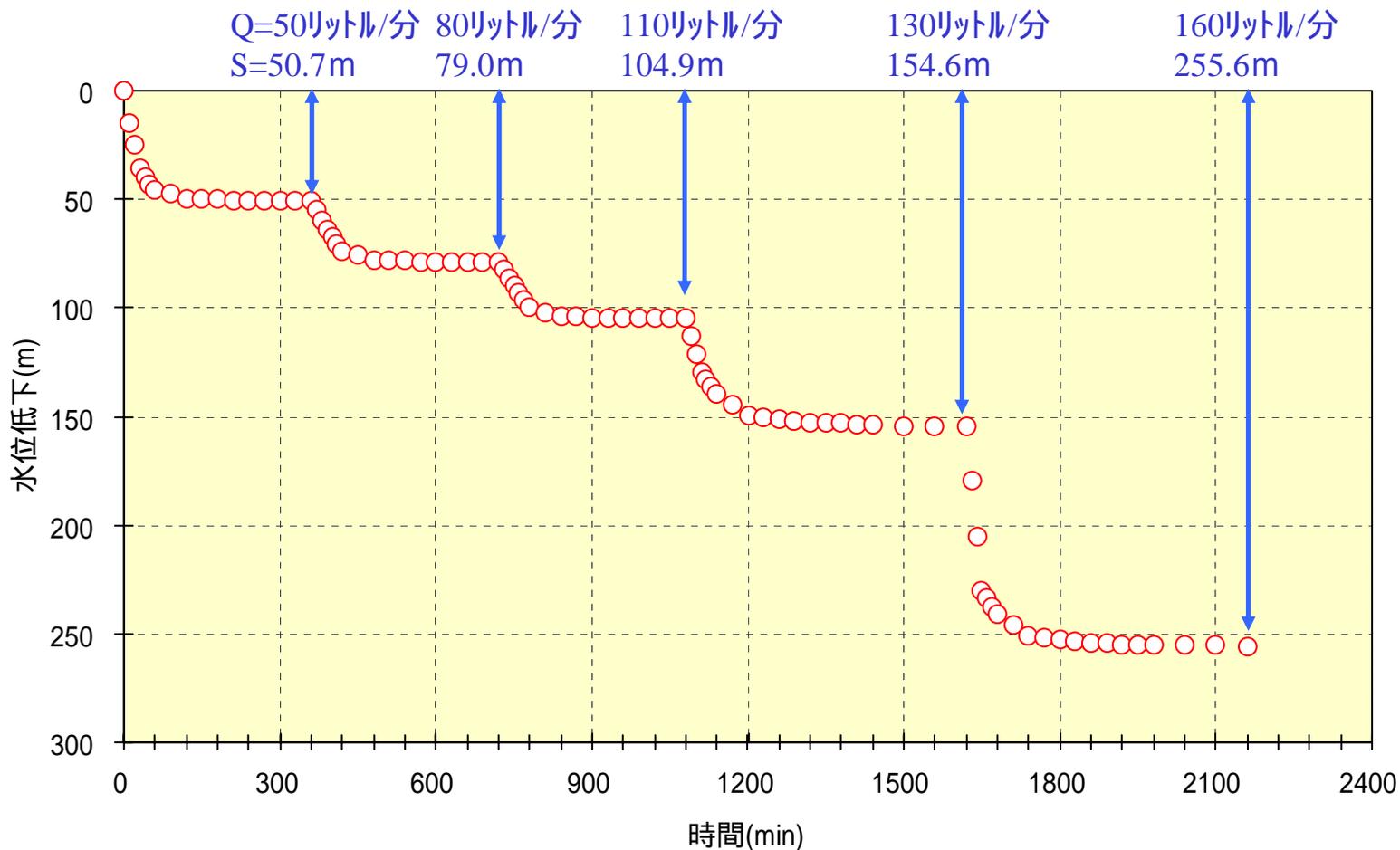
したがって $R1 = 1030 \text{ (m)}$

大深度温泉の帯水層に供給される水の量を年間降水量の1%とする。神奈川県は年降水量は1600mm程度であるから、毎分を100リットル / 分の温泉を集水するのに必要な範囲を半径R2 mの円とみなすと

$$\cdot R2^2 \times (1600 \times 10^{-3}) / (365 \times 24 \times 60) \times 1 / 100 = 100 \times 10^{-3}$$

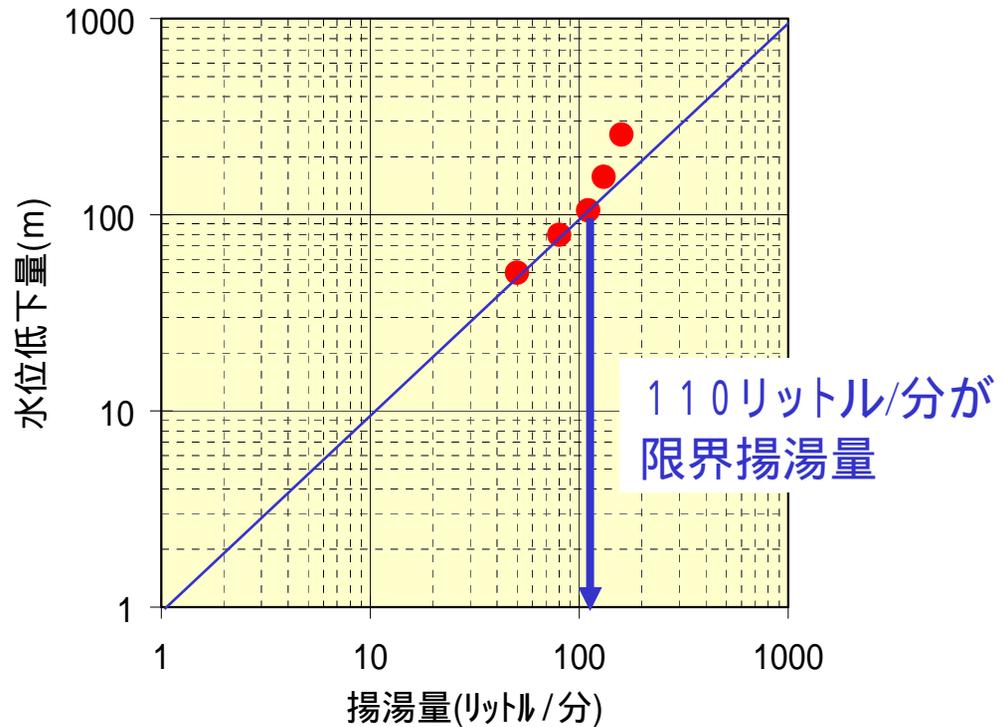
したがって $R2 = 1022 \text{ (m)}$

段階揚湯試験結果から適正揚湯量を求める

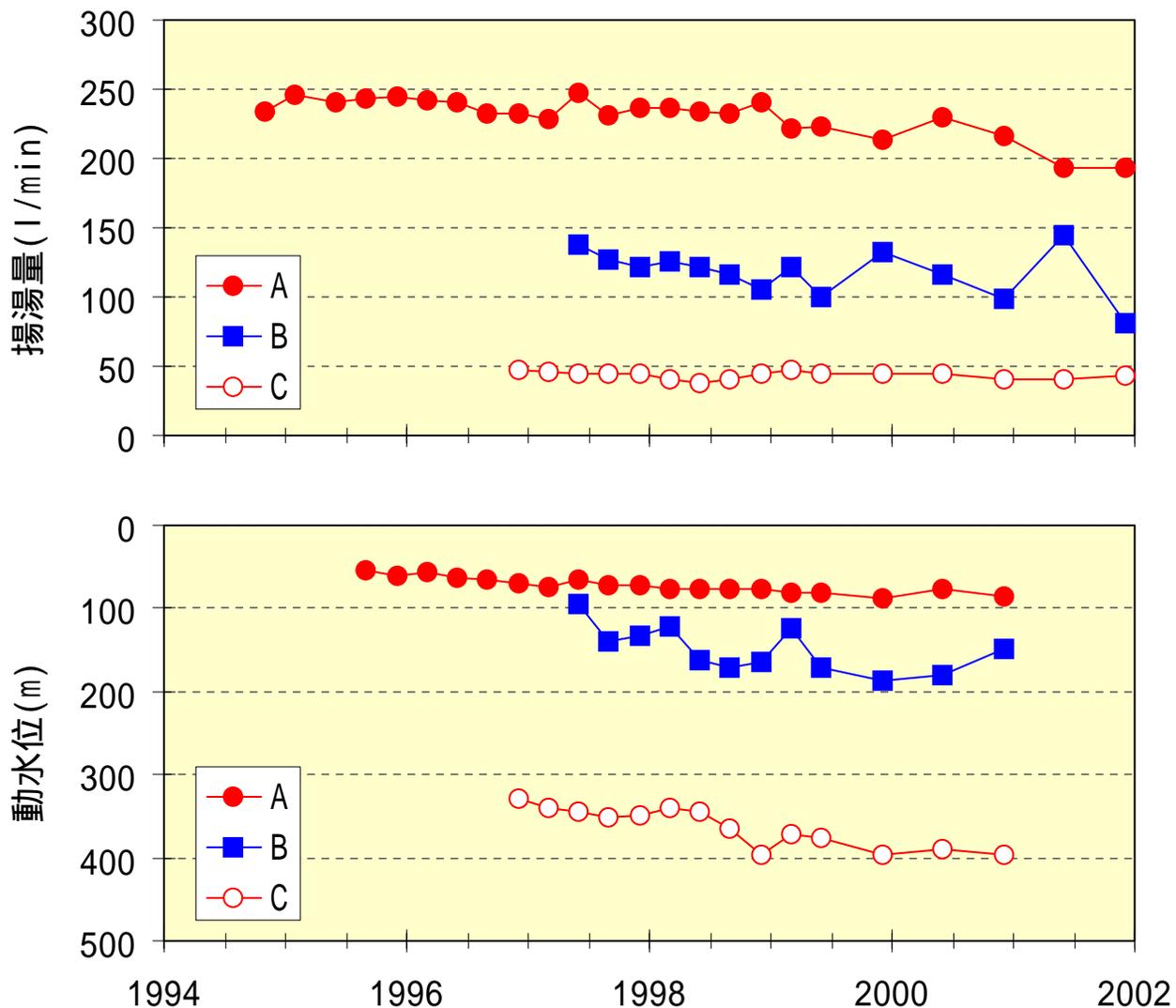


段階揚湯試験結果から適正揚湯量を求める

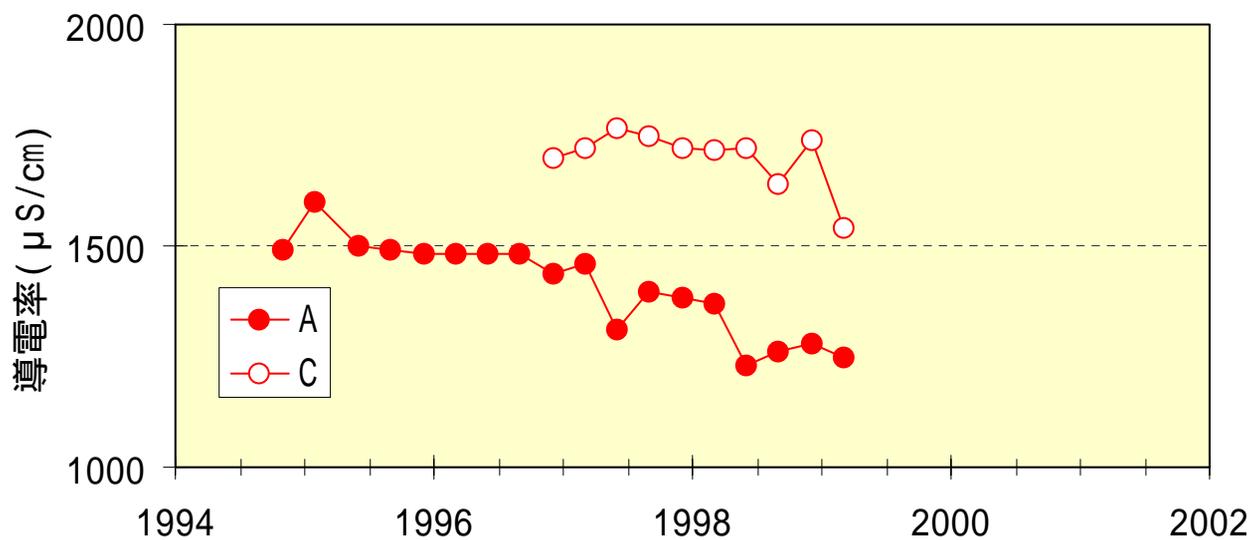
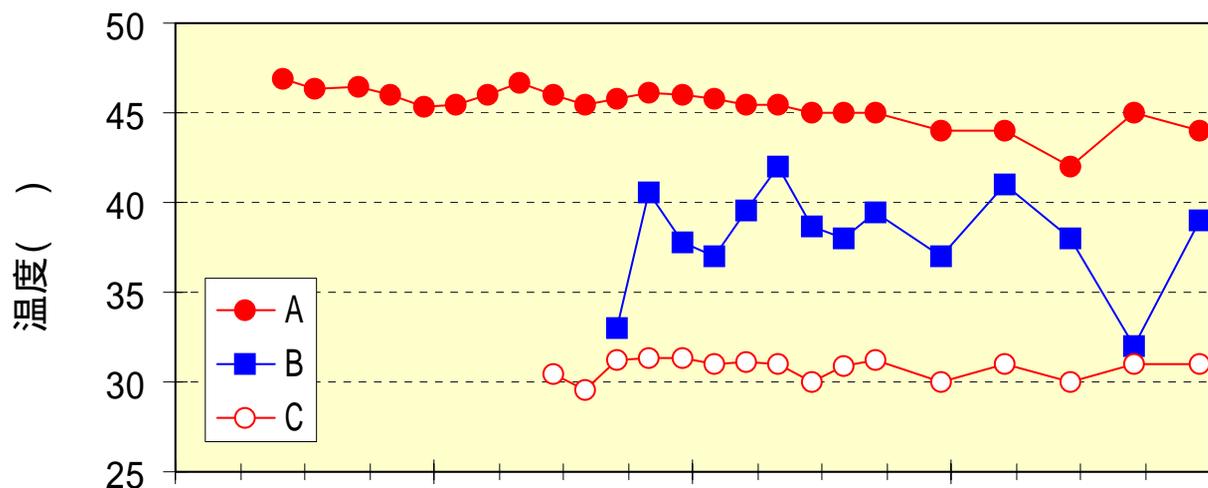
揚湯量 リットル/分	水位低下量 m
50	50.7
80	79.0
110	104.9
130	154.6
160	255.6



適正揚湯量で許可しても...



適正揚湯量で許可しても...



大深度温泉保護のためのルールづくり



地域ごとに異なる温泉の成因の解明



水位や温度・成分のモニタリング、データ収集
温泉帯水層の地質と、その分布の把握

新たな開発により、新たなデータの蓄積が進んでいるのも事実

温泉を調べるために必要なデータ

水位：静水位が望ましいが、既存のものほど測定が困難
(利用状況 + 井戸の構造の問題)

揚湯量：動水位とセットなら意味が増す

温度：測定、記録が容易

成分：項目を絞ることで、測定頻度が確保できる



モニタリング目的ならば

- ・年1回程度の測定
- ・測定条件(時期、利用状況)が、毎回同じであること

地質：探査結果や、掘削時の柱状図・試料が重要

温泉を、貴重な資源として、今後も大切に利用していくために

