

坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル

田中明子* 矢野雄策** 笹田政克*** 大久保泰邦†
梅田浩司†† 中司昇†† 秋田藤夫†††

Akiko TANAKA, Yusaku YANO, Masakatsu SASADA, Yasukuni OKUBO, Koji UMEDA, Noboru NAKATSUKA and Fujio AKITA (1999) Compilation of thermal gradient data in Japan on the basis of the temperatures in boreholes. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 50 (7), p. 457-487, 10 figs., 2 tables.

Abstract: Thermal gradient data of Japan have been compiled on the basis of 1829 borehole temperature data. We have used the borehole data of 300 m or more in depth, below the transient effects of surface temperature variations and below the groundwater infiltration zone. Thermal gradient was calculated from the difference between the temperature at the bottom of each borehole or the maximum temperature in the borehole and the average surface temperature. We also used the 108 thermal gradient data from the heat flow data sets compiled by Yamano *et al.* (1997). Although most of the thermal gradient data are within the typical range of 10 to 80 K/km, the average value of 70 K/km is higher than the typical geothermal gradient value of about 20 K/km. It may reflect that much more data were obtained from the regions of higher thermal gradients such as volcanic and geothermal areas. There are large variations of the thermal gradients over small horizontal distances. This is due to a combination of different complex thermal processes. Although the method to estimate the thermal gradients used in this study contains many simplified assumptions and there are many gaps in the data to define fine structure of the thermal gradients, the distribution of thermal gradients is consistent with the tectonic settings. In the northeastern part of Japan, the thermal gradient is low on the Pacific side of the arc and high on the back-arc side. The boundary between the outer low-thermal gradient and the inner high-thermal gradient regions roughly coincides with the volcanic front. In southwestern Japan, lower values have been obtained around the Seto Inland Sea. The spatial variations in thermal gradient are in good agreement with the heat flow data. It suggests that the pattern of thermal gradient data is useful as an indicator of the shallow thermal structure.

要 旨

日本列島の地殻表層の広域的な温度構造を示すデータの一つとして、1,829 点の坑井の温度データのコンパイルがなされた。坑底温度と地表での基準温度をもとに地温勾配を推定した。また、従来からコンパイルされてきた地殻熱流量のデータセット (山野・他, 1997) の地温勾配の値 108 点もあわせて用いた。この結果、火山フロント付近を境界とし、海溝側の平均値の方が背弧側の平

均値よりも小さい傾向を示すこと、瀬戸内海周辺は低い値を持つことが明らかになった。この広域的なパターンは、これまでにコンパイルされている日本列島下の温度構造を表わす地殻熱流量のデータなどとよく一致する。しかし地温勾配は隣接した坑井間でも値が大きく違うことも多い。特に浅い坑井における測定値や火山・地熱地帯などにおいては、ばらつきは大きくなり、地温勾配の平均値 20 K/km に比べ、100 K/km 以上の高い値をとることも多い。地温勾配は、多くは 1,000 m 程度の坑井より見積もられており、これをもとにより深い深度における温度を推定することや、ここで得られた値のみからデータの存在しない場所の地温勾配を推定することは困難である。しかし、地殻熱流量のデータに比べて数多く存在するので、地殻熱流量の分布のみでは明らかではな

Keyword: thermal gradient, borehole, heat flow, Japanese islands

* 地殻物理部 (Geophysics Department, GSJ)

** 地殻熱部 (Geothermal Research Department, GSJ)

*** 国際協力室 (International Geology Office, GSJ)

† 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (New Energy and Industrial Technology Development Organization)

†† 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

††† 北海道立地下資源調査所 (Geological Survey of Hokkaido)

い熱構造を知ることができる可能性がある。

1. はじめに

地球は、内部に蓄えられたもしくは内部で発生する熱エネルギーを変換して、地震・火山活動やテクトニクスなどのエネルギーとしている。またこの際エネルギーの一部は熱エネルギーとして放出している。このように地球物質の移動と変化は、熱エネルギーの授受を伴っている。地球上で人目をひく熱現象は、火山の噴火、温泉の湧出、地震などであろう。しかし、これらによるエネルギー放出はそれぞれ 10^{12} , 7×10^{10} , 10^{10} W にすぎない(水谷・渡部, 1978)。地球内部のエネルギーを最も大量に地表に運搬しているのは、固体熱伝導による地殻熱流量であり、エネルギー放出は 3×10^{13} W である。太陽からの輻射エネルギーは 1.7×10^{17} W であり、地球内部からの熱エネルギーに比べて4桁ぐらい大きい。しかし太陽からの輻射と、反射や赤外放射で逃げる熱がつりあっているため、地表数 m より深いところにはほとんど影響を与えない。

このような地球の熱現象を理解するうえで、最も基本的で直接観測される量は、地殻熱流量である。地殻熱流量は、温度勾配とその場の物質の熱伝導率の積として得られる。地殻熱流量は、地球内部から地表に向かって熱伝導により運ばれる熱のことで、火山や地熱地帯などで顕著に見られる物質の流動に伴って放出される熱量は含まない。地殻熱流量を陸上で測定するためには、地表付近の各種の擾乱を避けるために数百 m 程度の坑井が必要とされる。一方温度環境が安定している深海底では、海底面から数 m 以内の測定により地殻熱流量を求めることができる。全世界の地殻熱流量のコンパイルは IASPEI (International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior) の国際熱流量委員会 (International Heat Flow Committee) のプロジェクトとして行われ、現在約 250,000 点の熱流量のデータが公開されている (Pollack *et al.*, 1993)。日本においては、陸上では 1957 年に、海域では 1961 年に地殻熱流量が最初に測定されて以来精力的に調査が行われ、1970 年頃には広域的な地殻熱流量分布の特徴が明らかにされている(例えば, Uyeda, 1972)。しかしながら、測定点の分布には偏りがあり、他のデータを併用した総合的な解釈もまた必要である。

本論文では、日本列島下の温度構造を推定し得る情報の一つとして、熱伝導のみではなく熱対流をも含めた地

中の深さに対する温度変化を地温勾配として計算し、コンパイルを行った。そのために従来から利用されている地熱、石油、金属資源探査や防災を目的とした坑井データの他に、温泉開発を目的とした坑井(温泉井)のデータを収集し、坑井の深度や温度データの編集および、地温勾配図の作成を試みた。もちろんこれらの温泉井は、一般的に深度は浅く、データの質が高いとは限らないが、その他の坑井データに比べて圧倒的に数多く存在するという特徴を持つ。これらのデータを利用することによって、火山や地熱地帯および低温度地帯の分布特性を表わす、日本列島の地温勾配の分布を明らかにすることができた。

本論文では、最初に存在する坑井データについて述べる。次に、地温勾配の計算方法について説明する。最後に、広域的な地温勾配値の分布について記述する。なお 300 万分の 1 の日本列島地温勾配図は、別途地質調査所出版物として出版されている(矢野・他, 1999)。

2. データ

用いる坑井データの出所については別途地質調査所出版物(矢野・他, 1999)に詳しい。これは入手し得た坑井データから、坑井点の所在地(県名, 地区名, 温泉地である場合は温泉名), 坑井番号・名, 掘削年月日, 最終坑径, データの種類(地熱, 温泉, 鉱山, 石油, 防災の別), 坑口の緯度・経度, 標高, ボーリングの傾斜・方位, 偏距, 掘削深度, 地温勾配を求めた計算区間, 水位, 検層時の外気温度, スタンディング・タイム(泥水循環停止後, 検層開始までの時間), 基準温度, 坑底温度, 最高温度とその深度, 地温勾配, 温度パターン(上昇流型, 下降流型, 伝導型の別)などについてまとめ、「坑井データ一覧」を作成したものである。しかしこれらの項目全てが明らかにされているものは数少ないので、ここでは得られた坑井データ一覧より、緯度, 経度, 標高, スタンディングタイム, 坑底温度もしくは最高温度, および掘削深度もしくは最高温度を記録した深度のみを抜き出して使うことにした(第1表(a))。なお北海道地域については、北海道立地下資源調査所(1995) 60 万分の 1 北海道地温勾配図と全く同じデータセットをもとにしている。緯度・経度については度, 分, 秒について記述されているが、秒については 10 秒程度の精度と思われる記述が多いことから、位置の精度は 200 m 程度であると考えられる。

坑井の温度データによる日本の地温勾配値 (田中 ほか)

第1表 (a) data set (A): 坑井のデータセットの中で深度と温度の情報を持つもの。坑井の緯度, 経度, 標高, スタンディングタイム, 掘削深度もしくは最高温度を記録した深度, 坑底温度もしくは最高温度, および計算された地温勾配値を示す。

Table 1 (a) Longitudes, latitudes, elevations, standing times, depths, temperatures and thermal gradients from borehole data set (A), in which both temperatures and depths of boreholes are known.

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
144.2265	44.4898	-142	16.6	3795	141.1	36	1	143.8627	43.7947	84	23.5	926	47	44	1
142.5213	44.7833	102	25.2	1205	62.4	46	1	143.8235	43.7972	98	24	950	43.5	39	1
142.6893	44.2215	360		361	19.7	37	1	144.1000	43.8133	30	24	423	33	64	1
143.0882	44.1963	160	70	1300	54.2	37	1	144.0138	43.7302	80	14.4	1480	75.8	47	1
143.3452	44.1627	110		400	25.2	48	1	144.1540	43.8073	28	266	1279.6	79.8	58	1
143.8220	44.0903	80		773	35.2	38	1	144.3160	43.7803	130		430	47.1	96	1
145.1627	44.0302	105	500	740	149.1	194	1	144.3157	43.7813	130		830	72.8	80	1
145.1657	44.0293	81	800	779.5	148	182	1	144.3420	43.7405	370	6.8	1113	62	50	1
145.0067	44.0633	90	52560	348	51.5	131	1	144.6000	43.8180	25		1017.2	72	65	1
145.0055	44.0635	70		310.5	58.8	170	1	144.5112	43.7208	55	39	1043.4	76.5	68	1
145.0057	44.0637	70		316.5	56.5	160	1	144.9177	43.7337	165	3	793	58	66	1
145.0090	44.0668	90		444	65.7	134	1	144.9312	43.7337	155	432	1264	99	74	1
145.0093	44.0672	90		1000	75	69	1	143.3847	43.6118	480	26.2	1110	68.7	56	1
145.0090	44.0668	90		800	75	86	1	143.5643	43.6565	250	13.5	940	53.4	50	1
145.0048	44.0628	80		318	49.3	136	1	143.4987	43.6300	298		795.2	55	61	1
145.0007	44.1027	10		304	48.5	140	1	144.1988	43.5518	490	20.5	300	48.5	142	1
145.0007	44.1027	10	45	801	85.4	99	1	144.2427	43.5743	350	48	1352	100.4	70	1
145.0167	44.0750	60		503	63	113	1	144.1617	43.5933	295	22	637	47.5	65	1
143.0885	43.8472	720	31	1295	61	42	1	144.1835	43.5640	360	1000	776	76.5	91	1
143.1690	43.8735	380	12	300	35.2	96	1	144.4500	43.6347	135	25	1300	89.8	64	1
143.3268	43.9132	368	24	1300	80.6	57	1	144.4558	43.5030	140	25	1506	131	83	1
143.3337	43.9143	280	25	1289.5	65	46	1	144.4547	43.6265	145		857	55.2	57	1
143.5390	43.9200	200		352.5	25.8	56	1	144.4410	43.6410	135	20	902	67	68	1
143.5350	43.9037	195	24	1300	64.2	45	1	144.4157	43.6415	132	45	826	54.8	59	1
143.9643	43.9082	62	7200	692	38.8	47	1	144.3505	43.5437	170		300	15	30	1
144.1772	43.9053	15	24	1500	85.3	53	1	144.3642	43.5795	220	120	1004	24.5	18	1
144.1617	43.9135	1.3	4.3	987	63.3	58	1	144.3212	43.5645	131	120	1800	140.3	75	1
144.2175	43.9667	10	24	346	28.4	65	1	144.3492	43.5467	155	120	1000	71.7	66	1
144.2198	43.9603	10	43800	1057.6	58.4	50	1	144.3492	43.5467	155	120	1008	52.9	47	1
144.1698	43.9032	22	24	1340	77	53	1	144.3563	43.5667	155	120	1500	85.1	53	1
144.2920	43.8450	50	8	1000	54.8	49	1	144.3373	43.5535	123		1000	75	69	1
144.2982	43.8402	50	23	1200.5	72	55	1	144.9873	43.5463	30		1000	65	59	1
144.2750	43.8770	10	24	500	43.5	75	1	144.9947	43.5567	25		840	45	47	1
144.4740	43.8523	20	500	790	58.3	66	1	144.8868	43.6193	185		740	69.5	86	1
144.4767	43.8528	24	29.5	1200.5	73.5	56	1	145.1253	43.6572	4.6	25.8	1201	73.4	56	1
144.6740	44.9050	2.2	22.9	1428	91.9	60	1	145.0290	43.6558	35	48	745	58.5	71	1
144.5898	43.8373	21	24	1101	79	66	1	145.1963	43.5863	7	35.7	1071	66	56	1
144.2983	43.9742	46	40	1200	60.3	45	1	145.2208	43.5520	11.6	24	1105	70.7	59	1
144.8117	43.9015	170		750	56.5	67	1	143.8947	42.4623	-285		4450	88	18	1
145.1553	43.9713	6	51	936.2	70.5	69	1	142.5497	43.4558	380	41	985	64.7	59	1
145.1197	43.9325	50.5	360	1016	79.8	73	1	142.6438	43.4733	599		399.6	56.1	124	1
145.1553	43.9713	6	24	822	73.5	82	1	142.6448	43.4723	627		435.2	52.7	106	1
142.7037	43.7155	424.7	22.8	1200	59.3	44	1	142.6382	43.4717	640		450	63.6	127	1
142.9103	43.7672	498	5000	500	55.1	97	1	142.6375	43.4687	676		700	73.6	96	1
142.8800	43.7678	670	720	401	30.3	60	1	142.6455	43.4707	643	8760	879.2	87.5	92	1
142.8272	43.7630	675	720	401	28.8	56	1	142.6387	43.4700	667		402.2	57.7	128	1
142.8458	43.7538	760	720	401	38	79	1	142.6372	43.4713	634		500	63.5	114	1
142.8263	43.7247	1132	120	500	55.4	98	1	142.6468	43.4303	1015	70	333	46	119	1
142.8642	43.7572	702.1	120	1003	71.6	65	1	143.6222	43.4758	337	43.7	1503.2	71	43	1
142.8163	43.7333	866.3	120	1005	69.8	63	1	144.0952	43.4297	423	120	492.5	107.7	207	1
142.8747	43.7433	910	120	1501	139.3	89	1	144.0963	43.4302	423.8	24	350	64	167	1
142.8100	43.7130	1027	120	1003	81	74	1	144.1033	43.4287	432	2.5	1058	212.7	196	1
142.9350	43.7442	598	120	1601	241.3	147	1	144.1948	43.4263	475	120	1001	122	116	1
142.9058	43.7578	580	120	690	76.8	102	1	144.1352	43.3468	290	120	1000	103.5	98	1
142.9255	43.7742	610	120	1002	84.2	78	1	144.1497	43.3977	361	120	1503	194.9	126	1
142.8023	43.7300	700	720	500	43.5	74	1	144.0892	43.3372	502	120	1200	97.8	77	1
142.7632	43.7198	680	720	500	38.8	65	1	144.0488	43.3335	400	120	1000	95.8	90	1
142.9203	43.7258	880	73	980	206	204	1	144.1373	43.3833	355	720	500	77.6	144	1
142.9137	43.7150	265	144	465	196	408	1	144.0460	43.3462	695	720	500	59.2	107	1
143.4258	43.7312	350	45	826	54.8	59	1	143.4600	43.4853	103	24	720	128	169	1
143.4798	43.7570	355	24	1180	47.4	35	1	143.4780	43.4862	123	5	1150	106.3	87	1
143.7603	43.6765	220	27.3	1124.1	61.9	50	1	143.4557	43.4847	100	24	320	123	365	1
143.9198	43.7628	120		338	26.5	61	1	143.4722	43.4835	95	750	898	109.7	115	1
143.9198	43.7628	120		641	34.7	45	1	143.4567	43.4982	135	2.2	1031	94.8	86	1
143.7563	43.7237	130.8	22	1200.3	61.7	46	1	143.4207	43.4790	150		855	67.5	72	1

* flag が1のときは深度は掘削深度で温度は坑底温度。

flag が2のときは深度は最高温度を記録した深度で温度は最高温度を示す。

flag が3のときは深度は掘削深度で温度は最高温度を示す。

地質調査所月報(1999年 第50巻 第7号)

第1表(a)(続き)

Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
144.4072	43.4688	144		1502	105.9	67	1	143.9707	42.9098	30	30600	638.7	31	40	1
144.4197	43.4402	145		482.6	46.8	85	1	144.0327	42.9968	19		350	16	29	1
144.5337	43.3923	52		876	44	44	1	144.0550	42.9608	15	24.9	1505.1	44.7	26	1
145.1170	43.3680	27.2	24.3	1200.7	56.9	42	1	143.4905	42.8012	20		442	25.2	43	1
143.2980	43.2405	286.3	40.2	1300	71.9	50	1	143.5805	42.6815	9.3	32	3299	86.7	24	1
143.2967	43.2307	280		1500	84	52	1	143.2722	42.6625	163	51.2	1350	35.6	22	1
143.2518	43.1698	210.2		1525	83	50	1	143.4902	42.5327	10	552	700	32	37	1
143.5473	43.2355	115.8	47.4	1193	72	55	1	143.3168	42.5775	120	24.5	1206	30.8	20	1
143.5740	43.2518	102	42.8	1100	69.1	57	1	143.1960	42.6468	187	24	1717	43.3	22	1
144.3290	43.2383	35	27	1530	65.9	39	1	141.6443	45.4182	18	8.2	1004.3	37.8	31	1
144.3505	43.2675	160	24	513	20.5	29	1	141.6878	45.3948	4	29.3	717	39.4	46	1
144.6087	43.2977	25		959	75	72	1	141.5883	45.2457	5	14	4519	121.1	25	1
144.6007	43.3015	33	29.8	1502.3	84	52	1	141.7687	45.2752	136		4008	104.4	24	1
145.1503	43.3043	44.2		2049.1	88.8	40	1	141.8508	45.3388			3507	95.6	25	1
145.4872	43.2672	22	87600	1003.7	30.9	25	1	141.8455	45.0715	27	20.4	1000	41.3	35	1
142.9087	43.1543	218		1502	46.3	27	1	141.8467	45.0723	30	52600	954.6	52.1	48	1
142.9868	43.0883	185	25.2	1481	46.2	27	1	141.9145	45.0035	80	23	819.9	39.1	40	1
142.9488	43.0672	180	24	1500	48.9	28	1	141.9098	45.1683			3504	105.6	28	1
143.2398	43.1695	192	40	1406	70.1	45	1	141.8352	44.7537	16		4015	103.1	24	1
143.2240	43.1228	155	16.8	1454.5	62.2	38	1	142.3238	44.5557	70	20.5	484.6	24.4	37	1
143.2120	43.0352	98	24	1330	53.9	36	1	141.7105	44.3638	2.4		522	34.9	53	1
143.3720	43.1350	113		990	60	54	1	141.8627	44.3425	50	8760	350	22.4	43	1
143.3718	43.1362	129.7	23.3	1381	75	50	1	141.6717	44.2477	52		5020	159	30	1
143.5933	43.1288	58	450	990	62.5	57	1	142.3728	44.0937	133	19.5	801.6	36.9	38	1
144.1460	43.1412	50	106.4	1411	65.7	43	1	141.6870	43.9367	160		1200	59.4	43	1
144.2333	43.0763	17.7	40.3	1202.5	42	30	1	141.3787	43.7703	29	35000	382.2	23.3	42	1
144.4532	43.0667	10	22.5	1600	55.4	31	1	141.9690	43.7623	46	30.5	1302.6	50.2	33	1
144.2932	43.1563	80	360	710	36	43	1	141.8800	43.7483	51	23.8	1200.3	45.9	32	1
144.5102	43.0942	8.7	31.3	1120	50.3	40	1	141.9627	43.6985	38	24	1500	55.8	33	1
144.5050	43.1517	8	24	779	48	54	1	141.9003	43.7425	45	25.6	1501	58.8	34	1
144.6380	43.1432	44.9		1666.8	65.7	36	1	142.0975	43.6820	180	17500	801	32.9	33	1
143.0640	42.9200	75		1200	43.2	31	1	141.4305	43.5827	10	312	1190	58.7	43	1
143.0990	42.9102	76	48	1393.5	52.5	33	1	141.8803	43.5488	25	26300	930.7	50.7	47	1
143.1288	42.9198	57	26	1113.5	43.7	34	1	141.8947	43.5800	27.4	24.3	1000	51.1	44	1
143.1440	42.9108	57		1130	45.8	35	1	142.2403	43.5422	162.1	26300	1015.7	41.9	35	1
143.1615	42.8987	74	40	1307.5	47.2	31	1	142.0575	43.5215	150		700	26.6	29	1
143.1807	42.9297	41	47.5	1410	54	34	1	142.1842	43.5562	80		500	24.5	36	1
143.2020	42.9217	38		963	39.2	34	1	141.6843	43.3383	16.7	25.1	1002.1	46.7	38	1
143.1908	42.9090	47.8	26	1408.5	46.9	29	1	141.8057	43.4650	115	24.8	1005.6	42.2	35	1
143.1950	42.8917	56.9	25	1306.5	41.8	27	1	141.8422	43.4492	24	24	1002	42.3	35	1
143.2047	42.8913	52.3	49	1332.5	46	30	1	141.8642	43.4968	23	17520	648.6	36.5	45	1
143.1965	42.9060	49.6	49	1500	50.5	29	1	141.9010	43.4765	30	17520	1074.5	43.9	34	1
143.1998	42.9148	42.9	30	1444	50.6	31	1	141.9377	43.3220	116.4	12	3699	87.8	22	1
143.2008	42.9073	47	30	1501	49.6	29	1	142.1833	43.4000		8760	630	28.1	34	1
143.2077	42.9165	41.5	45	1401.5	53.8	34	1	142.3863	43.3490	170		830	40	40	1
143.2088	42.9140	43.5	61320	882.2	36.3	34	1	142.4827	43.4572	225		1600	44	24	1
143.2333	42.9393	40	10	1202	50.8	37	1	140.3598	43.1998	30	26.2	800	51	54	1
143.2268	42.9462	62	18.1	1301.5	52.1	35	1	140.6540	43.2587	3	33.7	1003	70.4	62	1
143.2128	42.9518	44	30	1402	56.7	36	1	140.6068	43.2905	15		900	54.3	51	1
143.2018	42.9615	67	30.2	1426.5	58	36	1	140.7863	43.1830	3		854.6	61.2	62	1
143.2405	42.9172	38	36.5	1200	49	36	1	140.8640	43.2060	3	22	1003	64.1	56	1
143.2367	42.8975	54	50	1303	53	36	1	140.9703	43.1795	190	17520	1000	80.1	72	1
143.2887	42.9825	70	57.5	950	48.8	45	1	141.0020	43.1815	48		1100	80	65	1
143.2555	42.9588	47	64	1226.5	55.6	40	1	141.3625	43.1708	1	3	800	33	31	1
143.2657	42.9507	31	20	1302	54.3	37	1	141.4395	43.1990	6.4		3301	98.9	27	1
143.2588	42.9015	32	28.2	1118.5	51.3	40	1	141.3528	43.1782	3		3503	110	29	1
143.2553	42.8960	45	27.3	1107.5	53.2	42	1	141.3667	43.1785	3.6		1250	56	38	1
143.2587	42.8975	85		456	39.2	72	1	141.4345	43.1953	6.3		1070	47	36	1
143.3033	42.9378	60	20	700	55.5	70	1	141.3595	43.2503	5	7920	1017.1	51.8	43	1
143.3147	42.9360	52		468.5	46	85	1	141.3565	43.1635	2		1000	46	38	1
143.2993	42.9310	32	24	389	49	110	1	141.7012	43.2575	10.2		893	45.2	41	1
143.3822	42.9152	22	24	519.5	38.8	63	1	141.7013	43.2572	10.2	8.5	1200	46.6	32	1
143.3050	42.9095	21	24	700	46	57	1	141.6485	43.2093	8.8	29	702	31.2	33	1
143.3867	42.9462	30	17500	380	35.2	76	1	141.5638	43.2172	13.9		1884	60	27	1
143.3455	42.9423	30	26.5	830	44.2	46	1	141.7620	43.2005	17.7	24	1100	41.9	31	1
143.4388	42.9817	24	25.5	1070	55	46	1	141.9625	43.2637	85		1185	41.9	30	1
143.4403	42.9872	27		598	43	61	1	141.9127	43.2260	90		1200	46.8	32	1
143.3455	42.9423	30	46.4	1075	57.7	48	1	140.4300	43.1407	2		570	57	86	1
143.2553	42.8960	45	24	1300	56.9	39	1	140.4300	43.1407	2	24	805.7	66	72	1
143.5412	42.9892	60	24	800	44.4	48	1	140.4280	43.1412	2	11	1207	92.2	70	1

坑井の温度データによる日本の地温勾配値 (田中 ほか)

第1表 (a) (続き)
Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
140.4627	43.1120	20	21	1000	67	59	1	140.8873	42.8373	232	24	1235.6	79.3	58	1
140.4550	43.1077	3	33	502.5	55	93	1	141.0705	42.9858	570	72	490.8	194.5	380	1
140.4537	43.1527	25	24	1101	75.5	61	1	141.0752	42.9788	510	120	500	211.1	406	1
140.7460	43.1433	40	87600	997	75.3	67	1	141.1278	42.9808	328	120	504	108.4	199	1
140.7367	43.1138	31.9	24.8	1421	79.3	50	1	141.2233	42.9298	420		1000	100	92	1
140.6333	43.0000			600	60	86	1	141.1667	42.9733	300		300	79	236	1
140.5682	43.0295	10		1180	97	75	1	141.1667	42.9633	275		350	64.2	160	1
140.5333	43.1167	700		350	18	28	1	141.0953	42.9928	394	120	1002	132.5	124	1
140.2013	43.1483	140		330	44	108	1	141.0805	42.9728	565	120	1500	309	201	1
140.8097	43.0742	142.9	24	1352	93.6	63	1	141.1147	42.9897	362	120	1303	120	86	1
140.8098	43.0723	150	15.8	452	33.7	56	1	141.0703	42.9828	483	120	1320	302.7	223	1
140.9863	43.1077	505	8000	1068.8	146	129	1	141.1010	42.9572	662	120	1003	237.3	228	1
141.2200	43.1257	20	14.8	1001	59.8	52	1	141.0688	42.9795	516	120	1002	266.7	258	1
141.0460	43.1477	95		370	47.5	106	1	141.0995	42.9390	648	120	1301	121.4	87	1
141.0452	43.1462	97		390	50	107	1	141.1012	42.9580	662	120	497.1	46	76	1
141.0428	43.1405	125		760	78	92	1	141.0703	42.9828	483	120	500	208.7	401	1
141.0445	43.1458	129.7	24.8	1005	85.6	77	1	141.1153	42.9712	516	720	401	122.5	285	1
141.0438	43.1382	125		450	55	104	1	141.1207	42.9458	528	720	400.7	73.5	163	1
141.3727	43.1602	125	12	1100	74.5	60	1	141.0372	42.9792	700		400	60.1	130	1
141.0397	43.1575	145	17500	1115.1	91.3	75	1	141.3473	42.9695	105		1800	91	46	1
141.2230	43.0545	270		615	120	182	1	141.4653	42.9692	103	26	1500	61.2	35	1
141.1890	43.0940	500		320	37.7	92	1	141.4737	42.9737	95	19	1196.1	52	37	1
141.3158	43.0992	8.5		1000	51.5	43	1	141.4985	42.9772	94		1500.7	59.9	34	1
141.2948	43.1582	5.9		3301	114.4	32	1	141.4580	42.9642	70	48.7	1260	55.5	38	1
141.3365	43.0790	12	46400	557	37.4	52	1	141.5345	42.9490	80	170	1000	46.5	38	1
141.3363	43.0790	12.2		577	38.7	53	1	141.5903	42.8642	42	6.5	1600	39.1	19	1
141.3363	43.0797	11.9	5.6	400	23.4	38	1	141.5903	42.8730	21	100	1554	47	25	1
141.2808	43.0298	190	6	1482	69.6	41	1	141.7148	42.9997	17	27	1500	55.3	31	1
141.4083	43.0920	8.5		1793	79	39	1	141.6858	43.8435	9	24	1800	36.2	16	1
141.3503	43.0457	27		950	48	42	1	141.7268	42.9063	22.6		2016	55	23	1
141.3788	43.0645	16	7	1200	45.7	31	1	141.5398	42.9550	86.2		2321	96	38	1
141.4895	43.0495	21		1500	56	32	1	141.8372	42.9470	64.9		3093	79	23	1
141.4643	43.0332	25		1000	43	35	1	141.7785	42.9947	92	32.4	1302.7	39.6	24	1
141.4750	43.0375	21	8.5	1000	36.4	28	1	141.8062	42.8265	4505			105	21	1
141.3323	43.1347	2.5		1000	42	34	1	142.0365	42.9822	215		700	28.2	29	1
141.5613	43.1092	15	17.5	1300	52	34	1	142.0365	42.9807	195		550	22.5	26	1
141.6535	43.1485	7.5	24	964.5	42.8	36	1	142.0427	42.9945	250		600	25.7	29	1
141.5972	43.0680	6.4	24	1503.2	59.2	34	1	142.0773	42.9327	200	8760	830	29.3	25	1
141.6615	43.0532	11.1		4373	118.9	25	1	142.0537	42.9320	175		1137.3	38.4	27	1
141.9912	43.0178	264	32.3	1501.1	57.4	33	1	140.0737	42.7010	20		700	68	85	1
141.9637	43.0353	282.5	24.4	1333.4	46.2	28	1	140.0837	42.6707	45	29.6	662	59.6	78	1
141.7985	43.0560	24.7		800	31.2	29	1	140.0200	42.6833	20	87600	370	47.3	106	1
142.0082	43.0272	310.6	40.8	703	42.2	48	1	140.0200	42.6833	20	87600	371	48.5	109	1
142.0382	43.0010	215	8760	920	34.8	29	1	140.0177	42.6855	1	4000	580	68.4	104	1
140.5107	42.9507	147	24	746	74.8	89	1	140.2833	42.7503	8	2230	1054.6	63.5	52	1
140.5177	42.9490	147		750	77.5	92	1	140.6237	42.8307	270		600	56	80	1
140.5107	42.9507	148	4.7	494	75	135	1	140.6263	42.8090	160	15	702	76	97	1
140.5207	42.9480	156	9.4	798	66	72	1	140.5847	42.7977	50		300	47.8	132	1
140.5057	42.9527	120	27.8	1003.2	106	97	1	140.6610	42.8297	270		1000	85.2	77	1
140.5895	42.9708	48		650	56	74	1	140.6837	42.8120	140	18	334.5	43.9	107	1
140.6770	42.9628	79		695	60	75	1	140.7447	42.8202	220	27.4	475	40.2	67	1
140.6842	42.9662	50	30.7	1000	78.9	71	1	140.7487	42.8103	245		442	36	63	1
140.6983	42.9578	80		725	59	70	1	140.6875	43.8047	100	24	1300	99.3	71	1
140.6983	42.9590		80	847.7	61	62	1	140.7803	42.9320	210	8700	1006	76.2	68	1
140.6647	42.8983	520		1206	73	54	1	140.9083	42.7483	420		335	42	101	1
140.6597	42.8863	737	120	1001.5	135.8	127	1	140.9000	42.7513	480		400	44	90	1
140.6990	42.8920	330		1000	108	100	1	140.9133	42.7490	390		500	43	70	1
140.7165	42.8883	280		1000	75	67	1	140.9057	42.7493	420	7	1200	158.8	126	1
140.7227	42.8640	225	24	1002	79.7	71	1	140.9057	42.7495	410	21.4	1215.8	175.1	137	1
140.7047	42.8580	290	6.3	700	66.8	84	1	140.9925	42.7957	310		1200	74	55	1
140.6767	42.8360	270		1000	86	78	1	141.0228	42.8013	460		890	59.7	58	1
140.6500	42.8463	435		795	51.2	54	1	141.2000	42.7167	340	8760	600	48	66	1
140.6413	42.8453	380	24.1	1002.2	112.3	104	1	141.1945	42.7140	514		453	36.5	62	1
140.6393	42.8413	340		1000	98	90	1	141.4083	42.7740	300	450	1004	52	44	1
140.6440	42.8352	296	24	499	66.1	116	1	141.6068	42.8123	30	2.5	1000	29	21	1
140.6343	42.8397	302	24	800	103	119	1	141.6998	42.6980	4.1		1287	59.6	40	1
140.6270	42.8397	270	3.5	425	72.6	152	1	141.7368	42.7938	23		2000	57	24	1
140.6072	42.8430	420	38.3	602.5	80	119	1	141.6605	42.8278	13		1300	25.7	13	1
140.6497	42.8515	510		600	77.9	116	1	141.8447	42.7718	45		2000	59	25	1
140.8167	42.9900	300	8760	950	67.5	62	1	141.7387	42.8037			4290	106	23	1

地質調査所月報(1999年 第50卷 第7号)

第1表(a)(続き)
Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
141.9327	42.8017			4000	86.1	19	1	141.3775	42.5753	18	43800	1300	68.6	46	1
141.9333	42.7167		26000	700	24.9	24	1	141.7283	42.6455	2.9		3566	93.3	24	1
141.9690	42.7458			693	32	34	1	141.9013	42.4513			4026	110	25	1
141.7877	42.7590	30	24	1500	43.3	23	1	141.9997	42.6007	52.4		698	27.5	28	1
141.9495	42.6935	61.2	13	3970	87.2	20	1	141.7918	42.6463	22.9		1200	37.8	25	1
140.1400	42.5887	440	120	500.8	42	67	1	141.9238	42.5697	6.2	7.5	1505	37.6	20	1
140.3245	42.6568	50	15	3304	153.9	44	1	141.6347	42.5333			3503	103	27	1
140.3872	42.5198	3	61300	480	49.7	86	1	141.9013	42.5017			3800	89	21	1
140.3797	42.5137	4		500	47.5	79	1	142.1530	42.5955	50		414	24.6	41	1
140.3757	42.5110	7		889	76	76	1	142.0048	42.5665	14.7		2000	54	23	1
140.3658	42.5003	8	24	1005	76.5	68	1	142.1377	42.6033			4505	91	18	1
140.3668	42.5017	8	22.7	1001	68.8	61	1	139.8570	42.4507	5		1320	102.7	72	1
140.3733	42.5103	7	27	754	55.5	63	1	139.8533	42.4330	4	2568	1290	97	69	1
140.3795	42.5137	4	7.3	621	39	50	1	139.9428	42.4300	10		609.9	54	75	1
140.3727	42.5188	22	21.5	605	39.5	52	1	139.8827	41.4143	8	24	1201	91	69	1
140.5837	42.6057	40	24.7	1501.4	63.4	37	1	139.8800	42.4173	16	30.1	1208	84	63	1
140.7060	42.5838	5	25.1	1202.4	54.1	38	1	139.8863	42.4162	8.3	24.4	1203	81.3	61	1
140.8387	42.6457	86		400	43.5	88	1	139.8528	42.4225	6	24.5	1420.4	102.3	66	1
140.8237	42.6367	90	24.8	1103	72	58	1	140.2210	42.4683	110	24	1200	59.7	43	1
140.8348	42.6473	100	35.1	1500	95.2	58	1	140.0713	42.4170	24		387	41	85	1
140.8550	42.6447	90	25.9	1204.2	67.2	49	1	140.0183	42.4077	20		350	25.3	49	1
140.8503	42.6400	86		400	28.7	51	1	140.3670	42.4933	5		700	47	55	1
140.8707	42.6457	100		1200	70	52	1	140.8550	42.4823	4		1360	78	51	1
140.8970	42.6598	200		980	50	43	1	140.9030	42.4590	45	9	1330	81.9	55	1
140.8917	42.6373	90		800	42.5	43	1	140.9507	42.3810	112	18.2	1100	81	66	1
140.9890	42.5713	180	27.5	800	74	82	1	140.9363	42.3713	100		855	46.3	44	1
140.9917	42.5540	240	22	500	62	108	1	140.8978	42.4767	63.4	24.6	1210	75.5	55	1
140.9983	42.5530	295	120	1500	106.4	65	1	141.2032	42.4573	9		436	51.5	99	1
140.9875	42.5560	224.3	28	700	71.3	90	1	141.2057	42.4557	20		620	59.3	82	1
140.8967	42.5468	60	192.5	1002.6	103.4	95	1	141.2070	42.4595	7		615	59.3	83	1
140.8687	42.5468	120	24.5	1267	104.5	76	1	141.2075	42.4522	35		493	51.8	88	1
140.8623	42.5337	190	13	354	30.3	62	1	141.2087	42.4595	7		380	51.1	113	1
140.8310	42.5580	138	4189	1197.5	79.9	60	1	141.2107	42.4592	10		400	50	105	1
140.8060	42.5342	180		500	41.7	67	1	141.2098	42.4560	3		600	56.2	80	1
140.7847	42.5233	35	22.5	950	55	49	1	141.2192	42.4595	4		490	46	77	1
140.8300	42.6433	92	36.2	1213.5	71.1	52	1	141.2240	42.4672	7		350	46.8	110	1
140.7633	42.5917	625	24	1978	77	35	1	141.2363	42.4740	4.5		510	53	88	1
141.0808	42.6648	370		1367	68	44	1	141.2362	42.4757	7		480	31.1	48	1
141.0685	42.6437	370		530	50	79	1	141.2380	42.4772	10		490	50.8	87	1
141.0490	42.6372	335		500	45	74	1	141.2392	42.4733	4		300	40.6	108	1
141.0650	42.6102	381.3		400	114.3	265	1	141.2420	42.4775	4		564	49.5	73	1
141.0462	42.6177		24	300	100	306	1	141.2458	42.4813	4		485	34.4	54	1
141.0432	42.6287		120	500	56	96	1	141.2468	42.4782	4		410	38.3	73	1
141.0833	42.6037		24	500	94	172	1	141.2483	42.4680	4		553	44.5	66	1
141.0925	42.6250	560	120	503	92	167	1	141.2487	42.4788	4		600	48.2	67	1
141.0622	42.6105	350	120	1800	130.8	68	1	141.2498	42.4782	3		640	47.1	61	1
141.0433	42.5937	400	120	1500	120.9	75	1	141.2515	42.4872	3		599	38.5	51	1
141.0303	42.5678	250	120	1500	136.9	86	1	141.0178	42.3487	7	4.9	830	57.8	59	1
141.0825	42.6042	480	120	1500	137	86	1	141.1827	42.4452	3		460	57	106	1
141.0515	42.5670	505	120	1000	93.6	85	1	141.1603	42.4625	125	120	1002	75.6	67	1
141.0305	42.5873	235		322	94.5	268	1	141.1675	42.4633	90	24	1000	78.4	70	1
141.0305	42.5878	235	24.5	300	83	249	1	141.1708	42.4748	145	72	988	95.2	88	1
141.1048	42.5273	415	120	1000	271.1	263	1	141.0425	42.4963	290	744	500	47.6	79	1
141.1180	42.5060	332	120	1002	94.1	86	1	141.0613	42.4780	190	744	500	45.8	75	1
141.1188	42.5247	405	120	1387	223	155	1	141.0927	42.4937	510	120	1502	84.9	51	1
141.1108	42.5165	302	96	500	72.4	128	1	141.2055	42.4537	40		605	59.5	85	1
141.1048	42.5082	360	7	1205	163.6	129	1	142.3757	42.4032	53.3	10	4504.5	80	16	1
141.1217	42.5138	380	120	1501	154.6	98	1	139.5025	42.2168	120	720	400	27.6	49	1
141.4995	42.6322	60	24	1300	47.7	30	1	139.4918	42.1785	270	720	400	60.2	130	1
141.4820	42.6118	18		1520	57.5	32	1	139.4675	42.1968	345	120	1200	101.3	78	1
141.4293	42.5818	7	25.3	1542.5	64.3	36	1	139.4500	42.1872	90	120	1206	149.4	117	1
141.3312	42.5382	6		1408	73.7	47	1	139.4552	42.1882	120	120	1201	138.2	108	1
141.3100	42.5385	7	10	1400	59	36	1	139.9367	42.1902	210		505.1	63.6	110	1
141.3077	42.5338	7	20.5	1500	76	45	1	139.9350	42.1948	185	120	501	57.5	98	1
141.3017	42.5362	8.5		1387	55.4	34	1	139.9318	42.1912	162	33.5	1002	80.8	72	1
141.2992	42.5182	5		590	35	45	1	139.9338	42.1913	184	23.3	1002	87.6	79	1
141.2878	42.5390	10	43800	863	48.3	46	1	140.1613	42.2020	130	120	1002	138.2	130	1
141.2827	42.5497	40	87600	1300	74.1	51	1	140.1387	42.1670	285	120	1002.5	115	107	1
141.2802	42.5272	11.9	43800	836	55.3	56	1	140.1670	42.1803	300	120	1002	167.1	159	1
141.4303	42.6043	30		1400	64	40	1	140.1333	42.1800	220	120	1300	182	134	1

坑井の温度データによる日本の地温勾配値 (田中 ほか)

第1表 (a) (続き)
Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
140.1050	42.1810	320	120	1502	186	118	1	140.7297	42.0112	125		629	64	88	1
140.1233	42.1893	175	120	1701	232.6	132	1	140.7372	42.0062	129	105120	656	43.4	53	1
140.1397	42.1787	255	120	1500	195.2	125	1	140.6495	42.0145	170.6	480	997	68.4	60	1
140.1370	42.2262	175	742	402.5	48.3	100	1	140.8023	42.0405	10		620	56	77	1
140.1038	42.1880	280	814	401.9	71.5	158	1	140.8157	42.0290	24.3		494	74.4	133	1
140.2247	42.1720	245	790	402.5	43.3	87	1	140.8153	42.0303	40	24	1002	89.6	81	1
140.2690	42.2560	20	23.5	1002.5	64.1	56	1	140.8110	42.0287	40		599.9	64.5	93	1
140.3137	42.2332	10	2160	530	47.5	74	1	140.8230	42.0260	75		499.6	88.7	161	1
139.4192	42.1643	40	24	400	62	135	1	140.8230	42.0260	51		400	98.4	225	1
139.4522	42.1757	200	120	1203	110.5	85	1	140.8353	42.0227	25		495.2	91	167	1
139.9997	42.1593	270	69.5	800.1	109.3	126	1	140.8498	42.0140	50	120	500	59.2	101	1
140.0447	42.1200	100	120	502	86	155	1	140.1365	41.9880	13.3	24	1212	67.7	49	1
140.0007	42.1592	240	57.8	1034.8	123.6	112	1	140.1410	41.9477	10	43	1236	81.2	59	1
140.0068	42.1280	60	23760	1206.5	136.7	107	1	140.1457	41.9483	15		600	55	78	1
140.0070	42.1283	60		550.2	69.8	112	1	140.1465	41.8962	5	24.1	1201.3	52.3	36	1
140.4305	42.1172	115		1100	200.8	175	1	140.2013	41.8877	40	35	1200	72.8	54	1
140.4490	42.1290	105	1824	725	191.3	252	1	140.3157	41.9302	55	24	1500	78.9	47	1
140.4490	42.1288	105	1824	1390	193.7	133	1	140.5998	41.9953	195	24.8	1500.5	81.7	49	1
140.4530	42.1268	100	2256	1840	224.4	117	1	140.6522	41.9950	150		720	51	59	1
140.4530	42.1268	100		1270	254.7	194	1	140.6550	41.9958	148		1104	71	57	1
140.4570	42.1245	1000		1000	222.8	214	1	140.6477	41.9912	155	21.8	804	42	42	1
140.4570	42.1243	100		1400	228.7	157	1	140.6565	41.9865	138		400	48	99	1
140.4570	42.1243	100		1640	213.6	125	1	140.6422	41.9775	168	8760	1078	69	56	1
140.4570	42.1243	100	47	480	148.2	291	1	140.6677	41.9762	134	6	1005	62.6	54	1
140.4570	42.1243	100		974	176.6	173	1	140.6787	41.9778	132		803	62.8	68	1
140.4558	42.1198	105		670	156.1	220	1	140.6807	41.9818	137		760	62	70	1
140.4558	42.1198	105		2364	252.6	103	1	140.6928	41.9850	132		811	59.2	63	1
140.4558	42.1198	105	1776	1600	258.7	156	1	140.6835	41.9650	140	19	1060	52.8	42	1
140.4558	42.1198	105	792	650	236	350	1	140.7057	41.8590	12		850	61	62	1
140.4558	42.1198	105		1300	238.3	177	1	140.6397	41.8725	26.4	24	1352.6	82.2	54	1
140.4558	42.1198	105	62	1250	204.1	156	1	140.6808	41.9833	136	18	962.5	61.5	55	1
140.4558	42.1198	105		1110	232	201	1	140.6965	41.9795	134	16	1008	60.2	51	1
140.4558	42.1198	105	768	2300	241.6	101	1	140.7650	41.8997	630		1012	41	32	1
140.4558	42.1198	105	936	1350	230.6	165	1	140.7550	41.8813	260		750	45.5	49	1
140.4525	42.1155	115	888	732	148.5	191	1	140.7550	41.8813	260	722	400	68.4	150	1
140.4517	42.1148	114	1248	1950	258.1	128	1	140.8998	41.9168	300	744	400	35.4	67	1
140.4517	42.1148	114		1100	223.6	196	1	140.8590	41.9213	650	722	400	25.7	43	1
140.4517	42.1148	114		875	125.7	134	1	140.8953	41.9790	160	17377.3	948	102.6	99	1
140.4517	42.1148	114	552	2600	274.7	102	1	140.9023	41.9447	285	6530	948	173.2	174	1
140.4517	42.1148	114	8088	1430	272.3	184	1	140.9093	41.9620	215	13693.5	993	134.1	126	1
140.4517	42.1148	114	168	1500	221.4	142	1	140.9093	41.9620	325	12433.6	1500	145.6	91	1
140.4517	42.1148	114		700	126	168	1	140.8517	41.9360	639	10686.2	1492	118.7	74	1
140.4583	42.1132	118		1000	161.8	153	1	140.8973	41.9463	335	4033.2	1700	168.9	94	1
140.4873	42.1420	50		450	70	137	1	140.8730	41.9508	618	120	1702	166.1	93	1
140.4167	42.1267	250	122.7	500	82.3	148	1	140.9177	41.9377	100	120	500	82.3	148	1
140.2867	42.1355	160	24.4	803	69.9	76	1	140.2453	41.7443	60	24.5	1000	46.9	38	1
140.4283	42.1435	190	720	402	27.7	48	1	140.6967	41.8168	2	34	1000	49.6	41	1
140.3445	42.1045	170	720	402	38	73	1	140.7457	41.8033	14	12	400	57.8	123	1
140.3478	42.0907	340	720	402	51.6	107	1	140.7457	41.8037	14	58	970	66	59	1
140.4013	42.1317	245	120	1001	81.7	73	1	140.7082	41.7763	3	22	1000	54	46	1
140.3797	42.1198	80	120	1001	132.5	124	1	140.7408	41.7495	6		611.6	54	74	1
140.4170	42.1218	285	120	1392	121.2	81	1	140.7343	41.7632	6		620	45	59	1
140.4243	42.1103	220	120	1501	179.3	114	1	140.7343	41.7632	10		1000	76.9	68	1
140.4260	42.1355	135	120	1201	147.4	116	1	140.7263	41.7550	3		345	45.1	106	1
140.4333	42.1185	170	120	1799	196.1	104	1	140.7160	41.8278	6	30	990	63.8	56	1
140.4433	42.1242	115	120	1600	197.4	118	1	140.7762	41.8143	40	20.4	1000	67	59	1
140.3900	42.1173	180	120	1000	264.2	256	1	140.8482	41.8050	157		880	54	52	1
140.5730	42.0907	70	26280	750	51.9	58	1	140.8397	41.7905	88		821	63.5	67	1
140.7267	42.1213	20	6.3	700	67	84	1	140.9290	41.7498	80	52560	595	31	38	1
140.5873	42.0320	118	18.7	1005	64	55	1	140.8433	41.8107	90	28	1200	65.8	48	1
140.5847	42.0353	120	29	1505	76.9	45	1	141.1635	41.7875	58	96	445	67.7	133	1
140.6250	42.0390	180		410	31.2	55	1	141.1605	41.7898	80	28	703	89.5	115	1
140.4570	42.0200	170	96360	794	53.3	56	1	141.1622	41.7867	56	24.3	702	87.8	113	1
140.6540	42.0118	173		827	66	70	1	141.1553	41.7875	42	17520	455	73.9	144	1
140.6992	42.0168	213		720	63	76	1	141.1048	41.7865	20		510	40	62	1
140.7162	42.0132	145	20	776	50.8	55	1	141.0335	41.7295	14.2	96.1	1501.5	67.3	39	1
140.7220	42.0120	135		417	40	76	1	140.3063	41.5957	130	131400	446	59.5	114	1
140.7232	42.0152	138	24	1015	68.8	59	1	140.3010	41.3010	130	30	400	50.5	102	1
140.7335	42.0102	125		434	55	107	1	140.1087	41.4270	20		500	42.5	68	1
140.7347	42.0117	125		600	67	98	1	140.1137	41.4260	10	25.5	810	52	54	1

地質調査所月報(1999年 第50巻 第7号)

第1表(a)(続き)
Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
140.1520	41.4330	20	30	1285	80	56	1	140.6178	40.4000	240		700	56	66	1
140.1528	41.4335	15	24.9	1305.1	72.6	49	1	140.5333	40.3389			320	32.1	70	1
140.2320	41.1903	5	34.3	1202.6	63.5	45	1	140.5789	40.2500	90		800	67	72	1
141.2575	41.0636			1200	53.2	36	1	140.5333	40.2222	68		844	52.8	51	1
140.0000	40.6592			1200	88.2	65	1	140.5672	40.2456	70		1000	67	57	1
140.7872	38.2956			1000	77	65	1	140.4869	39.3975	30	24	850	56.8	54	1
140.6411	40.4544			500	70.9	122	1	140.4667	39.3333	39		1000	73.5	62	1
140.7411	40.5158	410.6	48	1201.1	109.4	83	1	140.5417	39.5458	40		1300	77	51	1
140.7000	40.5044	263.9	36	1504	93	55	1	140.7508	39.7644		8.5	1510	111	67	1
140.7119	40.5136	356.5		1505	84.5	50	1	140.8083	39.7972	920		1010	183.3	172	1
141.0000	40.9092			1300	61.2	40	1	140.6000	39.0111	515	52.5	1540	263.9	164	1
141.0403	38.9408			1100	54	38	1	140.5547	38.9908	700		1556	241	147	1
140.1444	38.9864			1000.5	76.4	64	1	140.2978	40.3167	68.3		1005	61	50	1
140.8500	39.0000	385	24	1000	76	64	1	139.9322	40.0322	1.5	6	1100	54	39	1
141.0667	38.9417	105	24	1100	70.5	53	1	139.9483	40.0119	1.5	7	952	48.1	39	1
141.6806	39.3194			800	16.8	8	1	140.3611	39.4292	47.2		450	52.5	92	1
141.0819	39.8908	263	24	916	50	44	1	140.0350	40.3636			1010	47	36	1
141.7192	40.1272	220	30	802	22.6	15	1	140.5792	39.2292	124		1260	60	39	1
141.5894	40.2728	280		1800	67	32	1	140.4211	40.0956	150		1000	42	31	1
142.0650	39.4297			520.4	16.3	11	1	139.8589	39.4194	143	18	4800	147.6	28	1
141.0756	39.5908	215	20	1500	65.4	37	1	139.9847	39.2375	115.9		5000	193.5	36	1
141.0639	39.5500	180	26	1446	67.2	40	1	140.1539	39.1408	420	5	486	36.3	50	1
141.0653	39.6761		24	1206.6	49	32	1	140.1133	39.3136	50		1480	77.5	45	1
141.0317	39.6636			500	75.3	131	1	140.6414	39.3728	221		1705.8	78	40	1
141.6694	39.0806			406	17.2	17	1	140.2789	38.3642	100.9		800	55	55	1
141.3050	39.3228			700	28.4	27	1	140.3639	38.2667	133	24	1000	68.7	57	1
140.8556	39.2817			1650	101	55	1	140.3194	38.2542	115	24	1195	70.5	50	1
140.8856	39.9839	1188.9	8	1781.2	240.5	130	1	140.3644	38.2456	185		1000	66	55	1
140.8853	39.9847	1166.4	4.3	1737.7	176	96	1	140.3258	38.2511	125		1200	71	50	1
140.9647	40.0136	490	18	1201.7	76.4	55	1	140.3411	38.7050			1224	77.3	54	1
141.1628	40.0500	580	30	1203	62.5	44	1	139.7600	38.0228	143		1500	84	49	1
140.8306	39.5194	410	27.5	1470	54.9	31	1	140.1250	38.1889	208	48	823.5	53.7	52	1
140.8119	39.2892	280		1416	72	44	1	140.0083	38.0306		48	902	53.7	47	1
140.5486	38.1092	360		1303	127.7	89	1	140.0628	38.3661	255		700	62.5	73	1
140.5592	38.1214		8.5	525.5	77.6	126	1	139.7556	38.7750	35		300	54.5	141	1
131.1667	31.4456	7		1500	43	17	1	139.6953	38.6364	40	6.5	1300	71.1	45	1
140.6994	38.9167			1301	126.4	88	1	139.8528	38.6278	70		1310	68.9	43	1
140.5681	38.1083	300		700	112	144	1	140.2089	38.1297	215		600	61.7	84	1
140.7356	38.5819			1200	86	62	1	140.2519	37.8319			1200	115	85	1
140.7253	38.5708	180	24	1300	86	57	1	140.0972	37.9136	450		900	59	52	1
140.7875	38.5472			502	49	74	1	139.9500	38.9642	25		700	31.5	28	1
140.8736	38.2864			1000	83	71	1	140.0333	39.0250	500		500	29	34	1
140.8161	38.3272			950	69.8	61	1	139.9444	38.9639			700	31.5	28	1
141.1603	38.3775	6	8	1700	73.5	36	1	140.3772	38.2364			1000	65.9	55	1
141.2194	38.3964	10		1700	88.8	45	1	140.9722	37.0411	2.1	24	1507	51.4	26	1
141.1556	38.5389			1000	49.6	38	1	140.8194	36.9886		10.9	1305	44	24	1
140.5086	39.9367			1500	105	63	1	140.7850	36.9706	80		602	28	25	1
140.6047	39.3000	120		800	54	54	1	140.8069	36.9683	30		1150.5	46.3	29	1
140.5833	39.2833	60		1002	57.4	46	1	140.5106	37.9033	55		1105	55.9	39	1
140.5697	39.5817			650	50	60	1	139.4583	37.1250	795		1167	71.9	50	1
140.1278	40.0228			600	42	52	1	139.6886	37.4189	385.5		2000	175.6	1	1
140.6250	39.2792	125	16	1503	71.3	40	1	139.6972	37.4158	411.2	72	1800	194.4	101	1
140.7283	39.3353			1515	69.5	39	1	139.8408	37.4564	230	24	1252.5	75	50	1
140.1164	40.0817		24	860	57	53	1	139.8028	37.5792			1178	72.5	51	1
140.2514	40.2953	100		1000	80.9	70	1	139.9028	37.4472			1000	61.5	49	1
139.9789	40.0925	13	14	1350	62	38	1	140.2386	37.3206		9.7	1200	58	38	1
140.7953	40.1544	110		1000	60	50	1	140.1922	37.2981	460		1189	69.3	48	1
140.8303	40.1456			1467	47.4	26	1	139.9147	37.6636	390		1356	62	36	1
140.8333	40.1806		7.9	1467	47.4	26	1	139.5417	37.4292			480	53	83	1
140.2333	39.8000	220	22	1002	67.7	56	1	140.2819	37.4792	750		750	45.1	43	1
140.2806	39.7819	250		1200	70	49	1	139.7192	37.6250		21	1302	68.8	43	1
139.9000	39.2167	4.6	20	703	48.5	52	1	140.2208	37.1817	380		1300	58	35	1
140.4186	40.0092			1200	80	57	1	141.0153	37.2619	38		783	38.4	33	1
140.4194	39.4917	20.4	1.5	1200	72.4	51	1	140.3389	37.5806	580		1200	74	51	1
140.9989	39.5792	70		800	36	33	1	139.8483	37.4553	230		1252	75.9	51	1
140.6278	39.5136			775	45	44	1	140.2000	37.2972	415		1200	69.3	47	1
140.5889	39.4111			1700	69.5	34	1	139.8033	37.1864	500		1200	60.7	40	1
140.5333	39.1833	350		1002	71.6	60	1	139.8011	37.7044	390	72	1301.1	64.1	40	1
139.8658	40.0158	-1.5	7	1001	44.6	33	1	141.0139	37.2667	37		783	38.4	33	1
140.6958	40.2728	180		800	55.7	58	1	139.3219	37.3319	590	6	1300	76.8	49	1

坑井の温度データによる日本の地温勾配値 (田中 ほか)

第1表 (a) (続き)
Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
139.8636	37.7061	320	13.5	1500	112.2	66	1	139.2528	36.6864	950		1300	75.2	47	1
139.3933	36.9825	1000		1260	62	39	1	138.9547	36.5417	275		1500	90.5	51	1
140.7639	36.8653			1400	56	31	1	139.0392	36.5319	390	6	1000.5	58.6	45	1
140.1017	37.6681			1500	80.2	45	1	139.0706	36.6378	350		1500	82	45	1
140.2411	37.6108	900		800	44.5	40	1	138.8972	36.7458	680		500	34	40	1
140.0397	37.6364	350		1000	67	54	1	139.8222	35.8919			1150	38.7	20	1
141.6417	37.2411			3170	71	18	1	139.7381	35.9258	8.5	2400	3510	88	21	1
141.5794	37.8522	-137.2		3500	88.9	22	1	139.4667	35.8647			1300	38	18	1
140.4694	36.5458	80		1200	68	46	1	139.4167	35.9667	320		2200	50	30	1
140.3933	36.7544	200		800	46	41	1	139.2875	36.0128	100	26	1750.5	45.8	18	1
140.5083	36.7228	380		1300	43.7	23	1	140.2089	35.1267	120	12.4	1395	39.7	18	1
139.7056	36.1667	15		1307	51	28	1	140.0128	35.4325	17.1	41	2002	41.5	13	1
140.2806	36.5667			1400	41.5	20	1	140.5194	35.7889	28	26	1800	38.4	13	1
140.6722	36.6425	90	22	1303	36.3	18	1	140.4272	35.5328	3		520	22.4	14	1
140.7978	36.8228	30		930	83	75	1	140.4339	35.5847	6		2028	46.4	15	1
140.8042	36.8306	15		930	79.8	72	1	140.4661	35.5936	4		1902	44.4	15	1
140.8028	36.8361	10		1001	86.2	73	1	140.3078	35.5411	50		2030	46.9	15	1
140.5333	36.7500		23	1500	48	23	1	140.1611	35.4672	60		2082	45.9	15	1
140.1161	36.4944			1200	50	31	1	140.1389	35.5014	30		2060	46.2	15	1
140.0114	36.7364	195		900	57.2	49	1	140.3131	35.1500	90		1430	44.6	21	1
139.5939	36.9322	750		600	38.8	43	1	140.3406	35.1522	46		1200	37.5	19	1
139.0289	36.7608			1000	60	46	1	140.3117	35.1467	2		648	29	21	1
140.0247	36.7139			1242	65	42	1	140.1603	35.5614	10		2705	51.9	13	1
139.5092	36.8689	1043		1200	70.5	48	1	140.3694	35.3725	5		750	27.1	16	1
140.1236	36.8453	200		1000	41.9	29	1	140.3489	35.4175	7		1558	49.2	22	1
140.1853	36.9089		10	1500	57.9	30	1	140.2903	35.3658	35		740	25.6	14	1
139.7614	36.7447	260		1250	57.2	35	1	140.2583	35.3739	30		1009	29.9	14	1
139.8772	36.7047			800	53	50	1	140.2339	35.4686	80		1670	39	14	1
139.5475	36.6000		16	1500	47.8	23	1	140.1947	35.4536	100		1851	42.2	14	1
139.9833	36.4889	95	24	1535	75	40	1	140.3250	35.3711	10		883	27.5	13	1
139.9917	36.8917	252		1500	80	45	1	140.0239	35.7933	22.8	3600	2330	62.2	20	1
139.5539	36.7333			850	48.3	42	1	140.3914	35.5186	5		1447	40.1	17	1
139.4167	36.6461	732.5		736	49	48	1	140.3164	35.5828	50		2489	53.1	15	1
139.4194	36.6444			800	49.5	45	1	139.8278	35.1722	20		562	28.8	24	1
139.4139	36.6528	812.1		1500	60.3	31	1	140.2811	35.4331	30		400	23.5	20	1
140.0381	36.8658			1050	65	50	1	140.3531	35.4814	6		797	29.7	18	1
139.6589	36.7747			1300	34	16	1	140.2872	35.4272	12		1811.1	45.6	17	1
140.1533	36.9139	202		300	23.9	36	1	139.9067	35.8728	10		1525	50.5	23	1
140.1686	36.9908	300		1200	72	49	1	139.8156	35.6081	6.6		3030	78	21	1
140.0008	37.0908	950		1555	77.3	41	1	139.0500	35.7208	253		1200	37	19	1
140.1461	37.0317	380		800	72	74	1	139.7486	35.5614	2		2000	61.2	23	1
140.0806	36.6750	180		1300	61	37	1	139.7931	33.0811	183	48	700	97.6	114	1
140.0639	36.5494	100		1500	74	41	1	139.8536	33.0778	100		1061	49.7	30	1
139.9242	36.7519			1012	60	46	1	139.4736	35.6506	44.7	2400	2781.5	75	21	1
139.9417	36.7806	186		1500	83	47	1	139.6547	35.1814	10		958	38.8	25	1
139.9111	36.7889	187		1404	93.5	57	1	139.1356	35.2028	185.5		1500	69.6	37	1
139.7792	36.9783			800	90	96	1	139.2714	35.3675	32		1001	41.1	26	1
139.7792	36.9747			440	75	141	1	138.9564	34.7658			1000	27	12	1
140.1006	36.6611			800	47	43	1	139.4044	35.5181	120		1600	52.6	23	1
139.4264	36.6514			800	50	45	1	139.1622	35.1131	10		640	24	14	1
140.1414	36.7825			1200	52	33	1	139.0922	35.1456	370		1200	86	59	1
138.7108	36.3514	548		1500	92.1	56	1	139.0453	35.4367	436		500	30.2	33	1
138.6675	36.2356	470		1500	80.9	49	1	139.1572	35.5797	310		1800	52.5	21	1
138.8772	36.4764	1000		303	39.6	85	1	139.5136	35.3000	50		1200	50.6	29	1
138.8369	36.4361	640		902.9	56.3	47	1	139.2744	37.4228	40		1200	57.5	37	1
138.8017	36.5597	530		1500	78.3	43	1	138.8203	36.9728			600	45	53	1
138.5500	36.5872	1670	26	1284	255.3	193	1	138.8653	36.9956	180		1000	66.4	53	1
138.7111	36.5181	627.4	48	500	78.2	141	1	138.8481	37.0000	183		1204	56.4	36	1
138.6703	36.5475	1260	0.5	1500	99	61	1	138.6389	37.2083	170		1400	42	21	1
138.5642	36.4544	990	48	1600	80	45	1	139.5828	38.0544	48		1203	88.2	62	1
138.8944	36.5317	280		700	62	69	1	138.8294	37.2681	12		700	40	38	1
138.6617	36.6350	945	18	600	48.3	68	1	139.5722	38.0861	50	24	1203	88.2	62	1
138.8167	36.5408	300	48	1200	71.2	48	1	139.5275	38.4831	9.5	12.3	1300	59.7	37	1
139.0308	36.6375		319.5	957	68.5	57	1	139.2750	37.7181	27		1200	67.2	45	1
139.2053	36.4672	468		1003.3	44	30	1	139.2800	37.3953	55		1203	67.2	45	1
139.1950	36.5000	1320.5	72	1000	164.9	151	1	138.8083	36.9278	3.7		432.5	64	118	1
139.1056	36.4319		1.5	1524	73	39	1	138.3556	38.0333		24	1105	53.5	37	1
139.3836	36.2922	39.8		800	51.2	46	1	138.2722	37.8083	30		1200	62.3	41	1
138.5414	36.5750	1495		1498	238	154	1	138.4478	38.0344	1	7	1059.5	54.7	39	1
138.4794	36.5436	1280	72	1001	88	80	1	138.2686	38.0194	70		1003	45.6	32	1

地質調査所月報(1999年 第50巻 第7号)

第1表 (a) (続き)
Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
138.4103	37.9936	22	14	1300	66	41	1	138.7169	35.7336	480		1300	55.4	32	1
138.4286	37.9833	22		1300	66	41	1	138.6603	35.5978	420		1500	50.5	24	1
139.3978	37.3864	40		610	65	85	1	138.5597	35.5706	282		1300	22	42.8	1
137.8811	36.8306	1148	72	906	121.4	121	1	138.4711	35.5689	245	15	1200	39.9	22	1
137.8739	36.8367			738.5	73.7	84	1	138.5053	35.2794			800	34.7	23	1
137.8347	36.8411	870		603	104	153	1	138.7417	35.5500	800		1495	52	25	1
137.8569	36.8722	350	96	800	81	87	1	138.8494	35.4383	950	28.7	1500	28.7	10	1
137.8347	36.8417	1148	720	906	121.4	121	1	138.4403	35.7464	430		1304	49.5	27	1
137.8822	37.0028	32		1300	108	73	1	138.4889	35.7028	700	1	1500	51	25	1
138.9775	37.1953	96		1202	59.2	38	1	138.8092	35.4556	883		1499.5	35.5	14	1
138.7472	37.2000	297.3		4500.3	140	28	1	138.4164	35.8339	680		1357	42	21	1
138.2961	37.7958	15		1230	62.3	40	1	138.5333	35.8614	990		300	39	84	1
138.6181	37.0544	500		1015	100	86	1	138.4694	35.7667	620		1500	50.5	24	1
139.4831	37.5500	145		700	50	53	1	138.4361	35.5653	1175		1400	65	37	1
138.9886	37.8728	3.1		5006.7	135.6	24	1	138.9286	35.4531	630		1500	48.6	23	1
138.9519	37.7592	0.8		5015	137.2	25	1	138.4781	35.7544	720		1500	52	25	1
138.8786	37.7681	4.2		6310	197	29	1	137.8517	35.2747	400	0	1200	38	21	1
139.0197	37.7500	1.6		4903	137.8	25	1	137.8436	36.7181	980		800	52	51	1
138.2400	38.0083	25		1102	56.4	39	1	138.0792	36.0236	762		1000	55	44	1
139.2100	37.6978	35		1200	48.3	29	1	138.0536	36.0617	770		1407.5	63	37	1
139.2750	37.6500	87.5	12	300	25.5	41	1	137.7111	35.4586			800	44.3	40	1
138.7000	37.0194	50		1500	53	27	1	137.8833	35.6108	750		1500	45.8	22	1
138.4006	37.2272	7.1		3781	122.2	29	1	138.0367	35.5700	720		1000	41.6	29	1
138.3339	37.2225	11.8		5214.1	158.5	28	1	137.8022	35.2253	610		1200	29.3	14	1
138.6853	36.9681	410		1300	55.3	32	1	137.7322	35.2567	820	36	1305	52	30	1
139.4417	37.6056	120	24	700	62	70	1	138.6367	36.8244	1030		350	61.5	143	1
138.8167	36.9694	250		1003	72	59	1	138.5717	36.9969	420		589.3	34	35	1
138.9161	37.1000	90	23	1200	51	32	1	138.6442	36.8614	900		605	67	89	1
138.7586	36.8544	790		550	46	58	1	138.5764	36.9339	500		701	55.5	60	1
138.7806	36.8972	618	24	1224.4	55.4	35	1	138.5450	36.9736	290		1116.5	50.7	34	1
138.8167	36.8806	620		1300	57	33	1	138.3042	36.0183	1610		800	54.7	59	1
138.5761	37.3589	2		853	49.4	43	1	138.1506	36.4747	385		650	54	65	1
139.1856	37.3508	560		1200	75	52	1	138.1456	36.4783	360		582.5	76.9	112	1
139.2108	37.3781	575		800	45	40	1	138.4844	36.2522	693.5		1300	60.2	40	1
139.7175	37.2189	300		320	33.7	65	1	138.1406	36.2986	728	24	350	79	194	1
139.1067	37.3258	450	36	1200	75.5	52	1	138.1764	36.2936	677		600	46.3	59	1
138.4556	38.3028			396	29.5	41	1	138.3789	36.5081	1400		553.8	32	37	1
138.4628	38.0453	10		1000	50	37	1	138.2972	36.4336	800		602	42	51	1
138.3303	36.9886	421	7	6000	169	26	1	138.2761	36.2000	600		1200	48	34	1
137.8736	36.8722			834.8	82.9	86	1	138.4911	36.3097	736		1300	69.5	48	1
137.8917	36.9319			1198.5	83.1	58	1	138.0869	36.1919	1050		300.5	38.5	91	1
137.1953	36.5633	100		1233	68	44	1	138.1233	35.9656	1230		1210.4	31.6	17	1
137.0333	36.5972			412	34.6	51	1	138.2000	36.3136	550		1000	64	53	1
136.8989	36.3964			1259	70.8	45	1	138.0906	36.0653	760	7	1300	90	61	1
136.9856	36.4536	370		1331	58.5	34	1	138.1117	36.0581	761		1000	113.6	102	1
137.0839	36.6100	380		700	72	84	1	138.0844	36.0781	784		1800	73.7	35	1
136.6592	36.3256	250		1000	65.5	51	1	138.1072	36.0611	761	5.3	1000	83.7	73	1
136.8111	36.8511			1000	44	30	1	138.2700	35.9747	1265		1300	73	48	1
137.0339	37.0839	7		604.3	64	84	1	138.3100	35.9153	1268	14	1769	83.9	40	1
137.2414	37.3961			500	53	80	1	137.8064	36.5289	830		1163	47.4	31	1
136.4939	36.2933	150		1000	47	33	1	137.8083	36.5333	843		1033.3	47.4	35	1
136.6811	36.6589	41		1500	74.3	40	1	137.8119	36.5192	860		1300	62.7	40	1
137.2189	37.2969	5		1001	56	43	1	137.7986	36.5206	700		1300	63	40	1
136.6375	36.1650	515	0.5	476	37.2	49	1	138.3500	36.3681	820		1000	50.6	43	1
136.7356	37.2644	400	24	1300	70.6	44	1	137.8292	36.2986	860		1000	44.1	33	1
137.0956	37.3639	50		450	45.8	73	1	137.7133	36.0400	1330		1000	49.5	38	1
136.0528	35.8389	25		1002	52	37	1	137.5967	36.0819	1440		1300	50	30	1
136.1436	36.2044		46	1500	112	65	1	138.3903	36.9272	360		1081	45.8	30	1
136.5222	36.0408	400		1050	40	25	1	137.8242	35.4864	530		800	33.5	27	1
136.0111	36.0136	20	700	1115	45.8	28	1	137.8333	35.5000	436		1281	41.8	23	1
136.1111	35.9778	90		1000	64	50	1	137.8764	36.8361	1140	240	805.3	73.7	77	1
136.0664	36.1092			1214	58.4	36	1	137.8694	36.8153	870		603	104	153	1
138.5836	35.6114	352		1213	50	30	1	138.3289	36.2364	780		1400	53	32	1
138.3850	35.6356	672		801.1	33.7	25	1	138.4083	36.2711	675		1200	64.1	47	1
138.5044	35.6178	267		1297	44.8	24	1	138.3325	36.3425	540	6	1202	53.8	38	1
138.5228	35.6878	325		600	48.8	58	1	138.3772	36.3333	600		847.2	57.6	59	1
138.5089	35.6403	270		998	41	27	1	138.0333	35.9550			900	35	26	1
138.9592	35.5453	580		1500	34.5	14	1	137.5511	35.9086	1350		800	58	60	1
138.8297	35.6364	990	48	1300	38.3	19	1	137.1547	35.6364	380	18	1009.1	34	19	1
138.6506	35.7464	810		1300	41.2	21	1	137.1889	35.8092	600	24	1001	36.7	26	1

坑井の温度データによる日本の地温勾配値 (田中 ほか)

第1表 (a) (続き)
Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
137.2319	35.8044			300	71	202	1	137.6000	34.9500	110	24	1000	41	25	1
137.1836	35.4206	336		900	31.3	18	1	137.0806	34.8139	50		1600	76	38	1
136.6594	35.1544			1365	46.8	23	1	137.0361	35.2722	380		1000	67	52	1
137.5556	35.9369			800	53	53	1	137.7278	35.1583	740		1000	63	51	1
137.1956	36.2456	800		1000	36	26	1	136.9000	35.1667	8		1200	43.3	24	1
137.1278	36.2317	600	18	1200	47.1	31	1	136.0783	33.8636	20		303.3	26	34	1
136.8500	35.8681	500	24	1645	52	22	1	136.8986	34.4342	10		800	42	34	1
136.9667	35.7747	460		1300	40.9	20	1	136.2500	34.3667	250	6	1500	45.3	20	1
137.0611	35.9136	960	18	1101	54.4	40	1	136.2967	34.1500	0		1500	63.5	32	1
136.8778	35.9222	600		1400	62	37	1	136.0972	34.9639	195		1400	49.5	25	1
137.2461	36.1228		23	1703	57.2	27	1	136.1083	35.0094	221	24	1400	46.6	23	1
137.2722	36.1500			2200	56.8	21	1	135.9450	35.1044	80		1100	44	26	1
137.2333	36.1228	800		1300	47.2	28	1	135.8625	35.0092			1000	38.8	24	1
137.1956	36.2456	800		1000	36	26	1	135.9067	35.0772	90		1000	43.5	28	1
137.2681	35.3675	169		1210	40.5	21	1	135.8956	35.0861	147		1000	39.4	24	1
137.2611	36.0906		13	1503	48.9	26	1	135.9411	34.9083	300		1500	51	24	1
137.3778	36.0908	940	12	650	31.4	32	1	136.2022	35.1131			700	29.6	22	1
136.9450	35.7044	200		1198.2	40.9	22	1	135.4253	35.3592	300		1450	50	24	1
137.0222	35.4817	160	50	1050	43	27	1	134.9417	35.6236	8		700	56.5	60	1
136.7900	35.7319	530	24	1000	42	27	1	134.9433	35.6306	100		1200	58	36	1
135.5900	35.6556	238	1	1401	42.2	20	1	135.1922	35.5731	80		1520	48	22	1
136.6750	35.5083	200		1500	57.5	28	1	135.1803	35.5814	100		800	40	31	1
136.3314	35.4136	85	20	1301	43.7	23	1	135.1092	35.7281	0		840	50	42	1
136.5664	35.2814	7		1300	36.2	16	1	135.1056	35.6469	70		1500	62.1	32	1
137.2664	35.3642	167	25	1210	40.5	21	1	135.5194	35.1364	160	24	1700	51.5	21	1
138.9869	34.7428			400	102	218	1	135.0153	35.6858	100		780	43	37	1
139.0675	34.8008			390	110	244	1	135.0650	35.7019	0		770	42.5	36	1
138.9350	34.6517	90	1	1000	107.6	93	1	134.9708	35.6506	10		900	45	34	1
138.8000	34.6272	70	48	1303	62.5	36	1	134.9642	35.6536	15		950	48	35	1
138.2278	34.5742	30		1100	42.9	24	1	135.1603	35.5728	140		1500	68	35	1
138.9703	35.2819	650		1500	79	43	1	135.1147	35.5347	30		820	39	29	1
138.9500	35.3500	420		1498	43	19	1	135.2594	34.3528	21	24	1501	60.5	30	1
138.7908	35.3544	570		1500	52.8	26	1	135.4564	34.5953	5		1000	42.8	27	1
138.9500	35.3750	850		1500	40	17	1	135.5672	34.7125	0	21	558	32.4	29	1
138.8425	35.1081	291.2		1500	64	32	1	135.5056	34.7083			1000	49	33	1
138.0725	34.6503	3.6	4	1500	52.6	25	1	135.6147	34.6972	1.2		500	30	27	1
138.1308	34.6244	3.9		3230	92.2	24	1	135.5325	34.5961		24	1200	63.5	39	1
138.9022	35.0269	90	1	1000	72	56	1	135.6456	34.4719	235.9	36	1205	45.3	24	1
138.0850	35.0344	221	27	1500	56.2	27	1	135.3142	34.7197	1.5		1000	49.6	34	1
138.1881	35.1847	550		1300	59	33	1	134.6442	35.2625	500		1071	37	21	1
138.1592	35.1278	400		1300	45	22	1	135.0689	34.9358	200		1000	36	20	1
138.7878	34.7722			1000	51.2	35	1	134.8086	35.6236	50		300	80	218	1
138.2500	35.2000	750		1000	46	30	1	134.4183	34.7306	50	24	1500	44	19	1
138.3339	35.2650	600		1000	43.8	28	1	134.9358	35.1381	300		870	32	19	1
138.2283	35.1044	325		1000	46.3	30	1	135.2750	35.1181	450		1400	46	22	1
138.3386	35.2953	790		1000	38.5	22	1	134.6808	35.5047	400		1000	41.5	27	1
138.2333	35.2156	700	12	1000	41.6	25	1	134.5261	35.4483	300		800	61	58	1
138.8097	34.9456	90	24	1000	47	31	1	135.3353	34.8100	200		1001	46	30	1
138.9617	34.9317	90	48	802	65	63	1	135.3497	34.7908	80		1150	56.5	36	1
138.9783	35.0589	90		500	40.9	52	1	134.8306	35.5514	200		900	46	35	1
139.0083	35.0958	270		1000	56	41	1	134.7817	35.3728	100		1000	41.2	27	1
138.2078	34.9256	110	24	1500	58.7	28	1	134.8089	35.6208	30		350.1	83	196	1
139.0706	35.0833	550	1	1000	49.6	35	1	135.7417	34.1611	391		900	46.6	34	1
139.1144	35.1064	130		800	41.2	33	1	136.0433	34.6953	260		1200	39	21	1
139.0331	35.1622			800	44	37	1	136.0333	34.7000	250	48	1200	38	20	1
139.0333	35.0833	210		1000	51	36	1	135.7833	33.4750	7.5		1300	59	32	1
139.0331	35.1333			1000	40	25	1	135.5994	33.7472	200		1300	34	13	1
139.0767	34.9817	100		1200	40	21	1	135.2833	33.9500	54.2		350	29	37	1
138.9669	35.2161	500		1000	26	12	1	135.4947	33.7928	420		600	25	14	1
138.8631	35.3661	868	81	1690	34.1	12	1	135.3575	33.7300	3	8.4	1506	80.6	42	1
137.2078	34.9044	90	48	1500	35.7	14	1	135.9467	33.9167	210		500	29.7	28	1
136.7878	35.1172	5		1080.5	52.2	34	1	135.9467	33.9339	210		650	34	28	1
136.7769	35.1158	3	27	1097	54	35	1	135.7819	33.8250	65		1002	56.5	40	1
136.7069	35.1375	0		1236	55	32	1	135.7514	33.8497	130		1002.2	104.8	88	1
136.7522	35.1242	4		1236.5	55	32	1	135.7750	33.8333	100		701	80.1	90	1
137.2619	34.8017	2.5		1500	45	20	1	135.3194	33.8431	150		700	39	33	1
136.9392	35.3628	90		1040	42	26	1	135.0875	33.9375	40		1015	45.9	29	1
136.9472	34.6972	10	9	1510	50.8	24	1	135.4186	33.9694	270		1350	66.1	37	1
136.9619	34.6956	10	48	1602	61.8	29	1	135.5342	33.9681	400		1350	66.1	37	1
136.8533	34.7364	10	6	1401	58.1	31	1	135.4000	33.9683	430		1350	68	38	1

地質調査所月報(1999年 第50卷 第7号)

第1表(a)(続き)
Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
135.3508	34.1611	110		1300	59	33	1	130.9528	33.5250	430	89	1500	62.5	31	1
133.2508	35.5156	3.1	24	1500	75.5	41	1	133.1667	33.8000	40		1600	49.6	21	1
133.9000	35.4111	50		300	83	228	1	130.5486	33.4319	60	44	1000	42.8	27	1
133.8722	35.4083	45		300	47.7	111	1	130.5167	33.6500	300	21	1100	31.1	14	1
133.3708	35.3583	40	24	1500	53.5	26	1	130.7556	33.3556	50		545	42	47	1
133.4694	35.3889	450		1000	40	26	1	131.0389	33.5528	270	20	1203	53.6	31	1
133.5167	35.4167	460	48	1205	49	29	1	130.7944	33.8750	5	24	1476	45.8	20	1
134.2333	35.4861	6.1		350	53.8	112	1	131.1319	33.6075	5		500	34	36	1
134.1028	35.4917	145		800	32	22	1	130.0022	33.0986	49		600	44	47	1
134.8022	35.5408			1502	72	38	1	130.2431	33.3483	120	38	650	40.2	37	1
133.1958	35.3750			1000	56	42	1	130.1083	33.3056	116		300	20	13	1
133.1039	36.1000	20	14	866	56.6	49	1	130.5083	33.3750	160	48	1240	43	22	1
133.1833	35.3611			900	41.2	30	1	130.0722	33.3167	100		801	35	24	1
132.7900	35.3181	5		1200	47.5	28	1	130.0269	33.1731	120		500	43	54	1
133.0528	35.4639	2	39	1305	92.9	60	1	129.3044	34.2303	10	22	1000	44.4	29	1
133.0897	35.2236	322		300	29.1	49	1	129.7917	33.0833	3	16	735	33.6	23	1
132.4233	34.8733	323	3	1750	47.7	19	1	129.7183	33.0725	110		1000	38.9	22	1
132.5822	35.1000	375		1150	52.5	33	1	129.7750	33.1528	41.5	45.3	780	40.1	30	1
132.2444	34.8917	160		865	57	48	1	128.7647	32.7556	20	24	1000	40.8	25	1
133.0056	35.4111	50		1200	54.6	34	1	129.8664	32.8206	29.3		1000	40.3	24	1
132.6686	35.2772	5		1200	68.8	45	1	129.8167	32.8583	25.8		1000	40.3	24	1
134.2444	35.0750	200		1000	35.5	21	1	130.0000	32.9500	108		525	51	65	1
134.2747	35.1764	220		1302	44	23	1	129.8417	33.0472	50		300	25	28	1
133.9564	34.5000	110		700	35.5	28	1	129.6000	33.2667	10	24	390	31	37	1
133.5806	34.7875	200	24	1000	28.6	13	1	129.5578	33.4761	20		1300	61.5	36	1
134.3133	34.9908	200		600	28	23	1	129.8175	32.8594	5	10	1000	40.3	24	1
134.1153	35.0000	165		1650	45.8	18	1	131.0839	31.9678	522.8	24	1000	52.3	35	1
133.3497	35.0792	540		1200	40.8	22	1	131.1105	32.9243	566	6	1202	58.7	35	1
133.8142	34.6092	2		1106	31.7	14	1	130.9928	32.8475	445	120	1202	85.9	58	1
133.9444	35.3083			1005	35.7	21	1	131.1778	33.0222	850		855	41	30	1
134.1375	34.6711	11.9		1100	41.5	23	1	131.1881	33.0450	900	72	850	59.8	52	1
132.7064	34.1592	90		500	26	20	1	131.0236	32.8767	620	120	1802	154.2	77	1
132.5017	34.1011	4		1655	46.2	19	1	131.0225	32.8828	595		900	43.5	30	1
132.2458	34.7136	700		750	25.7	14	1	131.0644	32.9317	491		1000	56.6	40	1
132.4667	34.4000	84		1824	41.9	15	1	131.1289	32.9686		30.5	1000	58.1	42	1
133.0750	34.7069	400		800	28	16	1	131.1397	32.9639	498		700	47	44	1
133.1167	34.6681	350		507	30	30	1	130.6278	32.6333	4		1000	43	27	1
133.1039	34.6500	415		500	42	54	1	130.6081	32.6842	55	72	900	34	20	1
132.2500	34.2667	60	16	1402	43	20	1	130.7250	32.5917	15	3	1000	43.7	28	1
133.0764	34.3497	5		2000	49.6	17	1	130.7750	32.9806	70		1242	52	29	1
132.4667	34.7667	450		500	22	14	1	130.7333	32.9083	50		350	50	97	1
132.2494	34.5453	300		1500	29	9	1	131.1153	32.8678	185	120	1202	77.9	51	1
132.2514	34.5542	300		1503	29.8	10	1	130.6500	32.2333	90		614	38.5	36	1
133.0292	34.8514	300	24	1300	41	21	1	130.8444	32.2028	155		828	47	37	1
132.4569	34.2208	0	24	1708	46.1	18	1	130.8556	32.4361	270		1000	28	12	1
133.2139	34.8750	600		1000	34.3	20	1	130.8053	32.2636	154		1000	51.4	35	1
133.2597	34.9194	345	35.3	1003.6	34.3	20	1	130.0389	32.2111			1002.5	51	34	1
131.4847	34.4875	7		1000	35.2	20	1	130.6172	33.0367	20		700	46	43	1
131.4889	34.3597	25		1000	37.5	22	1	130.6336	33.0189	35	24	700	44.7	41	1
131.6603	34.6471	30	24	1341	53	28	1	130.5611	32.9333	20		400	40	60	1
131.9847	33.9275	28		1200	40.6	21	1	131.1344	32.2728	620		1000	45.1	28	1
131.4511	34.0986	25.5		969.5	37	22	1	130.7528	32.2778	125		1000	47	31	1
131.4153	34.3956	60		1350	50	25	1	130.7242	33.0061	58	10	600	70	90	1
130.9006	34.1372	30	88.5	1004	36.2	20	1	130.7008	33.0211	70	72	800	30.6	18	1
134.2861	33.5444	220		900	52	40	1	130.8222	32.7806	20		895	36.2	22	1
133.8097	34.2772	15		1200	38.4	19	1	130.9833	32.6833	450		1200	38.5	19	1
133.9728	34.0908	45		1200	40.8	21	1	130.8333	32.3333	170		600	53	61	1
133.6931	34.1056	54	24	1200	40.9	21	1	130.8056	32.2389	170	24	1000	55	39	1
134.2413	34.2533	75		300	20.8	18	1	130.4556	32.2306	25		1000	42	26	1
132.7500	33.6667	105	19	800	35.3	24	1	130.4594	32.3144	100		1000	38.5	22	1
132.7917	33.8444	10		446.7	57	92	1	130.6389	32.5306	2	24	1200	39.6	19	1
132.5222	33.1361	19	0.5	1501.8	57.7	27	1	131.3833	33.4333	150		700	50.3	49	1
132.3278	33.9278	45		1000	58	42	1	131.1800	33.4219	250	24	800	68	65	1
132.7889	33.9833	10		1000	36.6	21	1	131.1864	33.4144	180	11	950	68.7	56	1
132.7864	33.9856	12	259	1000	36.6	21	1	131.2197	33.2322	490	720	401	44.9	73	1
133.4181	33.5444	4	5	1200	40.9	20	1	131.2772	33.1978	760	30.8	2002.5	238	111	1
132.9972	32.9222	31	24	813	30.7	16	1	131.2475	33.2072	640	18	1500	127.3	74	1
130.5783	33.6839	150	48	1000	36.1	20	1	131.3150	33.2717	811.5	120	1605	138.8	77	1
130.7158	33.4122	58		1000	44.2	28	1	131.5342	33.6578	130		1201	67.7	43	1
130.6111	33.3083	50	58	1002	51.5	35	1	131.3233	33.4156	150	24	800	69.5	67	1

坑井の温度データによる日本の地温勾配値 (田中 ほか)

第1表 (a) (続き)
Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
131.5922	33.5978	90		882.8	46.1	34	1	130.1711	32.4450	26.9		2777	82.2	24	2
130.9244	33.2950	83		1500	83	45	1	131.1667	33.3667	350		450	53	83	2
130.9219	33.3094	82	48	1500	83	45	1	131.2442	33.3306	515	720	600	55.8	67	2
130.9811	33.0992	380	48	1000	49	33	1	131.0864	33.1983	737	720	600	28	20	2
131.4200	33.2497	610	24	1500	118	68	1	131.1014	33.3503	447	720	406	35.9	50	2
131.4642	33.5403	5	24	600	41.7	43	1	131.1919	33.2247	445		910	64	53	2
130.8208	31.9611	1002.7		2003	189	86	1	131.2269	33.2303	543	120	1400	125.4	78	2
130.8306	31.9667	987.8		2002.5	202.6	92	1	140.7011	40.5672	385		702	96.5	124	3
130.2639	31.8222	223	24	1483	52.7	24	1	140.7269	40.6342	256		502.5	56.9	94	3
131.4583	31.7972	4	18	1200	43	22	1	140.7106	40.6328	248		503.2	52.1	84	3
131.4778	31.7889	5		1203	45.4	24	1	140.7192	40.5831	352		1202	140.8	109	3
131.4264	31.8272	7		1500	58.7	28	1	140.7483	40.5750	548		702	145.2	193	3
131.2806	31.4306	50		1000	51	34	1	140.7047	40.5686	434		1503	171	107	3
131.5056	32.1417	10	71	1750	59.9	25	1	140.7303	40.5589	515		1201	97.6	73	3
131.2611	31.9944	20		405	23	15	1	140.6908	40.5425	224		1002	91	81	3
131.3078	31.9169	20	12	1335	42.2	19	1	140.7597	40.5794	602		1502	158.8	99	3
131.0661	31.8736	146.5	24	150	48	21	1	140.7736	40.5808	646		1000.2	143.8	134	3
130.4406	31.4081	190	45	1502	48.8	21	1	141.1097	41.4564	52		501.4	108.7	200	3
130.6392	31.7136	5	45	1020	69	50	1	141.0978	41.4419		173	703.1	116.4	153	3
130.8750	31.8381		4.8	1018	63.2	45	1	141.0942	41.4219	395		801.1	92.2	104	3
130.3139	31.4119	70	72	1201	64.5	39	1	141.0972	41.4514	179		1510	206	131	3
130.2944	31.4372	4		1300	75	44	1	141.0675	41.4181	500		1491.5	112.1	69	3
130.3278	31.4500	20		1300	75.1	44	1	141.0931	41.3878	35		1007	89.9	81	3
130.8917	31.1500			322	16.9	1	1	141.1225	41.3514	99		1503	150.6	95	3
131.0756	31.2794	3	23	1200	43	21	1	141.0650	41.4597	450		1205	246.2	197	3
130.2250	31.7556	10	23	1200	61.5	37	1	141.0906	41.4475	160		1702	228.4	129	3
130.3000	31.7194	40		1242	64	37	1	140.8836	40.7128	678		503	65.4	111	3
130.9056	30.4389			504	22.9	11	1	140.7922	40.6767	417		501.8	88.2	156	3
130.5667	31.9333	135		1500	90.1	48	1	140.8292	40.6606	190		1000.8	167.7	158	3
130.5056	31.6431	130		1100	61	39	1	140.8431	40.7025	571		1000	106	96	3
130.3153	32.1081	42	24	1305.8	62.9	35	1	140.7903	40.6789	365		1000	110.5	101	3
130.3917	31.3828	50	48	1200	61	36	1	140.8217	40.6444	733		1000	123.2	114	3
131.3944	31.3750	50		1200	61	37	1	140.7875	40.6664	315		1003.2	121.6	112	3
130.4406	31.4081	190	45	1502	48.8	21	1	140.8097	40.6639	645		1501.4	174.7	110	3
130.3500	31.6056	10		350	42.5	71	1	140.8333	40.6517	770		1563	234.8	144	3
130.3836	31.6497	100		1300	53	27	1	140.8250	40.6708	700		1500	192.2	122	3
130.2878	31.6842	5	70	1200	62	37	1	140.8256	40.6483	645		1500	218.8	139	3
130.4364	31.5989	95		1000	44	26	1	140.9292	39.9475	1005		401.5	70.5	151	3
130.3511	31.5225	30		1000	56	38	1	141.0439	39.4411	250		501	57.7	96	3
130.5036	31.6411	150	118	1105	61.2	39	1	140.9556	39.8819	731		1004	135.4	125	3
130.3150	32.0597	37	24	1305	62.9	35	1	140.9158	39.8158	488		1002.9	219.4	209	3
127.7353	26.1081	73		1708.7	55	19	1	140.9414	39.7233	462		1004.6	113.6	103	3
132.8108	33.7592	50		980.5	46	31	1	140.9503	39.8672	845		1202.2	176.6	139	3
137.0039	36.6897			3020	137	41	1	140.9156	39.8297	950		1201.7	282.5	227	3
141.9669	38.8075			2027	50	20	1	140.9753	39.8131	707		1203	125.3	96	3
141.0889	41.4475	160	6	400	120.9	281	2	140.8250	39.8217	700		1500	278.1	179	3
140.7869	39.3214	250		400	38.8	73	2	140.9158	39.8119	645		1700	315.8	180	3
140.7778	39.2917	280		400	50.1	101	2	140.8233	39.9875	995		1502.3	280	180	3
140.1328	35.6353	8		1100	28.3	12	2	140.8247	39.9906	963		902.1	207.5	219	3
140.3481	35.4239	6		1130	38.5	21	2	140.9147	39.9817	1000		400.7	69.6	149	3
140.3814	35.4061	4		1300	43.5	22	2	140.8158	39.7961	915		1002	289.4	279	3
140.3772	35.4586	7		1400	46.5	23	2	140.7711	39.7794	615		1502	143.2	89	3
140.3250	35.4292	9		800	30.9	19	2	140.7689	39.7542	710		1501	128.5	79	3
140.3003	35.3914	8		1290	38.4	18	2	140.7922	39.7997	760		1501	151.7	95	3
139.1767	37.8750	3.2		4625	145.6	29	2	140.7783	39.8019	690		1500.5	140.4	87	3
136.5225	36.4181	70	72	910	66.3	57	2	140.7383	39.7783	590		1002	90.2	80	3
136.1556	35.9681	85	48	1000	49.6	36	2	140.7553	39.7553	480		1002	92.5	83	3
137.2569	36.3092	790	24	1300	52.6	32	2	140.7639	39.7358	620		1002	62.8	53	3
137.2267	35.3792	280		1000	36.5	21	2	140.7692	39.3553	250		1002.7	95	85	3
136.2664	34.7286	290		1400	55.6	29	2	140.7722	39.2678	340		1502.1	160	100	3
135.9231	35.3303	200		1000	31.2	17	2	140.7756	39.3475	250		1501.4	133.1	82	3
135.8306	34.8733	230		1100	36.9	20	2	140.8122	39.2658	350		1004	80	70	3
135.5000	35.0000	150		1500	47.7	22	2	140.7775	39.2528	420		1501.7	135	83	3
135.1111	35.5656	60		1305	51.8	28	2	140.7764	39.2825	320		1500.7	120	73	3
135.1547	35.5628	20		1300	63.1	37	2	140.7917	39.3500	290		402	43.8	85	3
134.8411	34.4017	2		1300	52.8	28	2	140.8786	39.9781	1120		802	186.3	220	3
134.5383	35.4661			800	60	57	2	140.8819	39.9264	1250		1201.4	210.4	167	3
135.9622	34.0225	250		1300	41.7	20	2	140.8864	39.9114	1152		751.8	144.3	179	3
135.7158	34.4864	100		1000	43	29	2	140.8864	39.8956	1160		1351.3	149.1	103	3
132.9244	33.7500	320		1200	50.2	29	2	140.9039	39.9175	1015		507.5	91.9	162	3

地質調査所月報(1999年 第50巻 第7号)

第1表 (a) (続き)

Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
140.9339	39.9053	740		1002.5	135.5	125	3	140.2331	37.7847	799		1303	182.1	130	3
140.8756	39.9281	1135		703.4	97.1	124	3	140.1908	37.7800	1372		1004.3	72.6	60	3
140.8775	39.9272	1225		404	112.1	253	3	140.2500	37.8067	725		602.5	67.2	91	3
140.9233	39.9158	873		1002	141.2	131	3	140.2494	37.7683	836		1150.5	161.6	130	3
140.7425	39.8206	840		500.9	39.6	59	3	140.2503	37.7861	830		1472.5	184.8	117	3
140.7786	39.8025	610		700	81.8	103	3	140.2367	37.7658	1090		1289.1	263.6	195	3
140.7653	39.8000	625		800	87	97	3	140.2511	37.7878	825		400.2	93.3	202	3
140.7353	38.8167	620		1360	188.7	130	3	140.2392	37.8069	675		400.3	54.4	104	3
140.7250	38.7975	545		1222.8	130.4	97	3	140.2022	37.8017	935		400.7	47.1	86	3
140.7056	38.8208	670		1500.5	264.1	168	3	140.2061	37.8158	670		400.3	49.2	91	3
140.7136	38.7931	460		1390	316.5	219	3	140.1375	37.8103	530		400.1	31.6	47	3
140.6981	38.7828	307		1500	216.3	136	3	140.5256	38.7136	300		1002	60.4	49	3
140.6522	38.8258	335		1500	127.8	77	3	140.5422	38.7094	310		1002	46.2	35	3
140.7103	38.8075	526		301	130	392	3	140.5639	38.7075	255		1501.3	60	33	3
140.7089	38.8050	526		362.4	190	491	3	140.5756	38.6922	325		1303.5	97.4	66	3
140.7089	38.8067	526		1255	200	150	3	140.5653	38.7539	280		402	30.3	48	3
140.7086	38.8058	530		1350	238.5	168	3	140.5569	38.7222	255		402	45	84	3
140.7108	38.8078	530		1300	288.6	213	3	140.5681	38.7014	275		403	44.8	83	3
140.7108	38.8086	557		1000	215	203	3	140.3597	38.1550	545		801	76.1	81	3
140.7125	38.8067	526		300	150	460	3	140.3208	38.1169	265		502.9	46.3	70	3
140.7128	38.8067	527.1		745	240	306	3	140.3136	38.0831	295		501	35.3	48	3
140.5972	38.9953	665		503	180	334	3	140.1539	38.6000	366.2		1504	199.9	125	3
140.5858	39.0094	455		506	95	16	3	140.1567	38.5997	365.1		901	184.4	192	3
140.5531	38.9556	469		500	160	296	3	140.1867	38.6325	381		1502	133.7	82	3
140.6936	39.8936	405		401	49.8	100	3	140.1658	38.6233	430		1206.7	130.2	99	3
140.7033	39.8586	403		403.7	49	97	3	140.1800	38.6203	407		1005	111.8	100	3
140.8386	40.0019	735		402	107.5	243	3	140.1958	38.6164	400		1008	93.9	82	3
140.8161	39.9972	869		501.9	122.9	225	3	140.1850	38.6061	458		1604	185	108	3
140.7831	39.9872	972		500.7	135.1	250	3	140.1750	38.5958	309		1802	247.4	131	3
140.7794	39.9231	560		1501	184.7	117	3	140.5356	38.5625	230		1703	140.8	76	3
140.7089	39.9347	490		1505	147	91	3	140.5656	38.5656	470		1360.2	95.3	62	3
140.7256	39.8878	485		1507	128.6	79	3	140.5314	38.5514	285		1002.5	107	96	3
140.7889	39.9883	880		1440	141.9	92	3	140.5219	38.6031	405		402	35.8	61	3
140.6000	39.0100	517.4		1401.4	205	138	3	140.5475	38.6025	425		401.5	38.5	68	3
140.6000	39.0150	484.2		1303.7	230	167	3	140.5272	38.5869	345		402	38.2	67	3
140.6367	39.0339	265		1004	76.8	64	3	140.5525	38.5856	455		401.3	39.1	70	3
140.7047	38.9711	670		1201.8	160.3	123	3	140.5169	38.5706	220		401.5	43.4	80	3
140.6214	39.0044	560		1500.5	268.3	171	3	140.5258	38.5553	440		402	36.9	64	3
140.6967	38.9919	465		1002	201	189	3	140.5211	38.5503	388		401.5	44.1	82	3
140.6964	38.9742	395		1500.5	186.8	117	3	140.1572	38.6033	352		500	219.2	416	3
140.6369	38.9958	565		1500.5	260.2	165	3	139.6969	37.4644	320		1005	135.5	122	3
140.6622	38.9761	640		1501	185.3	116	3	139.6700	37.4500	475		1004.5	103.2	90	3
140.6367	38.9958	565		701.5	103	130	3	139.7061	37.4475	400		1500	156.1	95	3
140.6092	39.0403	432		401.5	37.9	64	3	139.6903	37.4339	350		1305.3	258.4	188	3
140.6428	39.0417	321		402.2	27.6	39	3	139.7222	37.4350	380		1006.7	119.8	106	3
140.6889	39.0006	600		402	74.2	155	3	139.6969	37.4367	380		1500	260.8	165	3
140.5536	38.9553	470		1102.6	220	189	3	139.6997	37.4414	350		1004.5	161.6	148	3
140.7039	39.9117	435		602.2	110.1	167	3	139.7219	37.4719	490		490.9	55.8	87	3
140.6053	39.0019	728.2		1304.4	265	194	3	139.6736	37.4564	380		380.6	47.4	90	3
140.6086	38.9983	664.2		1140.3	260	217	3	139.7228	37.4606	450		450.5	50.3	82	3
140.7958	39.9903	757		1000	181	171	3	139.7056	37.4364	430		430.5	105.1	213	3
140.7972	39.9839	897		1000	223.8	214	3	139.6881	37.4214	380		361	60.2	130	3
140.7758	39.9358	841		802	152.7	178	3	139.7106	37.4461	420		603.1	112.3	164	3
140.7639	39.8528	550.5		2002	124	57	3	140.2403	37.6617	1000		1002.8	166.7	154	3
140.7536	39.9386	900		1501	231	147	3	140.2428	37.6519	950		1504	225.2	141	3
140.7406	39.9778	935		400.5	38.4	71	3	140.2161	37.6653	1000		1301	179.5	128	3
140.7681	39.9761	1040		1700.5	277.3	157	3	140.2217	37.6833	1000		1001	124.2	111	3
140.7872	39.9767	1086		2486	312	122	3	140.2489	37.6261	1100		1502.4	201.7	126	3
140.5825	39.0236	340		1002.9	90	78	3	140.2194	37.6558	900		1503.1	183.8	114	3
140.5853	39.0061	480		1501	230	145	3	140.2067	37.6878	1200		401	44.8	80	3
140.5733	38.9753	900		1203	245	194	3	140.2125	37.6703	960		401	61.1	121	3
140.5511	38.9753	580		1001	195	183	3	140.2214	37.6350	810		401	41	71	3
140.5667	38.9433	480		1031.6	195	177	3	139.6283	37.0167	780		1002	58.2	45	3
140.5853	39.0086	490		350	74.3	178	3	138.5442	36.6011	1510		1265.9	235.9	180	3
140.6156	39.0100	500		1807.5	290	154	3	138.5439	36.5847	1540		1301.4	227.5	169	3
140.5236	38.9703	330		1501.2	120	72	3	138.5414	36.5992	1575		501	95.2	175	3
140.5731	38.9797	900		500	108.7	193	3	139.7836	33.1153	121		1000	56	38	3
140.8017	40.0081	570		501.1	126.2	232	3	139.7936	33.0725	110		1300	156.1	106	3
139.5989	38.6125	14		503	75.8	127	3	139.8533	33.0864	150		1003	67.1	49	3
140.2564	37.7922	798		1502	163.6	101	3	139.8242	33.0839	567.2		1500	182.4	110	3

坑井の温度データによる日本の地温勾配値 (田中 ほか)

第1表 (a) (続き)
Table 1 (a) (continued)

経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	standing time (hour)	深度* (m)	温度* (Cels. deg.)	地温勾配 (K/km)	flag *
139.8158	33.0714	218.8		510.9	250.7	455	3	131.3878	33.2061	523		403.7	19.8	10	3
139.8411	33.0733	178.3		1000	81.4	63	3	131.3606	33.1808	525		402	37.1	53	3
139.8111	33.0736	257.5		1500	304.4	191	3	131.2442	33.1275	957		500	74.6	118	3
139.8061	33.0689	161.4		1200	289	226	3	131.1658	33.0903	1001		500	56.6	82	3
137.6161	36.8878	175		502.6	35.5	44	3	131.2094	33.1339	835		500	80.3	129	3
137.4606	35.8497	1650		1290	63.8	41	3	131.2006	33.1633	830		500	23.5	16	3
137.4767	35.8144	1280		1200	48.3	32	3	131.1544	33.0722	775		500	111.9	192	3
137.5311	35.8369	1245		1203	55.2	37	3	131.1944	33.1422	840		1200	69.3	45	3
137.5036	35.8425	1450		1002.5	50.8	40	3	131.1500	33.0783	760		1100	95.8	73	3
137.5469	35.8244	1250		502	21	17	3	131.1467	33.1586	823.5		2618	183.2	64	3
137.4647	35.8308	1425		401.5	24.3	35	3	131.1386	33.1292	866.2		2401.5	170.3	64	3
137.4947	35.8147	1360		401	20	24	3	131.1722	33.0842	954.3		2303	165.7	65	3
137.5181	35.8100	1150		401.1	20	19	3	131.2269	33.1314	980.3		3206	256.5	75	3
137.5422	36.2214	1040		500.8	116.9	213	3	131.2097	33.1339	838		3003.2	229.9	71	3
137.5347	36.2189	958		501	124.8	228	3	131.1139	33.1011	550		500	31	30	3
137.5467	36.2264	1113		604	178.6	278	3	131.1675	33.1506	922		500	25.1	19	3
137.5556	36.2117	1290		1000.4	146	136	3	131.1342	33.1094	795		500	23.8	16	3
137.5478	36.2136	1110		1000.5	178.8	168	3	131.1533	33.1661	652		500	185.3	339	3
137.5631	36.2514	1130		700.2	189.4	256	3	131.1397	33.1428	760		500	191.8	352	3
135.7672	33.8067	65		500.5	34.4	35	3	131.1522	33.1203	1063		1500	85.2	46	3
135.7272	33.8144	145		400.3	23.8	17	3	131.1417	33.1631	770		1500	204.9	126	3
135.7450	33.8497	235		400.5	45.8	72	3	131.1683	33.1064	1205		1500	222	138	3
135.7658	33.8381	65		401.5	65.2	121	3	131.1222	33.1561	647.2		1800	182.8	93	3
130.2431	32.7578	310		1002	247.7	231	3	131.1625	33.1689	609.1		1550	188.6	112	3
130.2156	32.7228	150		1500	76.9	40	3	131.2869	33.2469	710		1002	162.7	147	3
130.2628	32.7611	546		1501	232.2	144	3	131.2800	33.2447	630		762	146.5	172	3
130.2206	32.7300	134		1502	142.8	84	3	131.2714	33.2394	760		700.6	171.7	223	3
130.2419	32.7200	587		1242.3	75	47	3	131.2625	33.2339	590		700.6	111.2	136	3
130.2319	32.7631	378		1030	69	51	3	131.2544	33.2222	775		800.4	69	67	3
130.2431	32.7386	363		1504	243.5	151	3	130.8022	31.9369	851		1500	192.4	117	3
130.2183	32.7664	136		401.5	26.7	25	3	130.7853	31.9444	748		1203	87.3	58	3
130.2014	32.7133	51		401.5	43.5	67	3	130.7825	31.9328	695		1200	87.5	58	3
128.6600	32.6753	2		1001	64.9	49	3	130.7967	31.9147	682		1320	182.7	125	3
128.6758	32.6544	108		1002	42.6	26	3	130.8269	31.9058	855		1200	283.8	222	3
128.6675	32.6694	7		1501	80.1	43	3	130.8269	31.9067	855		500	204.8	374	3
128.6833	32.6636	1		1301.4	60.5	34	3	130.7992	31.7558	597		1802	216.6	110	3
128.7044	32.7083	100		400.6	25.1	22	3	130.8300	31.8197	1035		1801.1	293.1	153	3
128.6969	32.6619	18		401	35.9	49	3	130.7797	31.9575	660		602	127.4	182	3
128.6708	32.6361	15		400.9	35.6	48	3	130.8231	31.8714	0		1003	55.1	37	3
131.1306	33.1492	685		500.7	80	128	3	130.6178	31.1900	44		502	240.3	444	3
131.1175	33.1222	634		501	45	57	3	130.6033	31.2139	208		503.4	80.9	126	3
131.0125	32.8869	520		400.5	18.5	6	3	130.6100	31.2300	275		503.4	159.7	282	3
131.0136	32.8281	430		400.6	41.8	64	3	130.8178	31.9228	969		1202	200.4	152	3
131.9214	32.9078	310		400.5	16	1	3	130.8131	31.9219	932		902.1	160.6	159	3
131.0225	32.8689	520		1002	76.6	60	3	130.6108	31.2492	117		1503	115.6	65	3
131.0242	32.8547	475		1002.9	108.1	92	3	130.5592	31.2494	66		1003	43.6	26	3
131.1433	33.1514	750		1001.7	205.6	190	3	130.5986	31.2361	266		1503	126.2	72	3
131.1417	33.1508	750		704.4	198.8	260	3	130.5661	31.2047	81		1003	77.8	60	3
131.1500	33.0708	760		706.8	104.4	125	3	130.6111	31.2433	223.3		1703.4	140.5	72	3
131.2964	33.0706	800		911.7	67.4	57	3	130.6003	31.2472	189.6		1503	122.7	70	3
131.2667	33.0522	810		1002	76.1	60	3	130.8000	31.9717	630		1550	226	134	3
131.3203	33.0756	680		847.6	71.6	66	3	130.8033	31.9742	615		789.5	71	68	3
131.2742	33.0681	965		1331.6	89.2	55	3	130.8183	31.9694	840		543	97.8	148	3
131.2364	33.0622	1095		1700	192.2	104	3	130.7181	32.0075	475		1501.5	117.6	67	3
131.3125	33.0975	890		1000	69.6	54	3	130.6844	31.9861	228		1502.6	106	59	3
131.2175	33.0644	1145		1700	206.5	112	3	130.6683	32.0181	197		1001.5	73.2	56	3
131.3286	33.0681	600		402	55	98	3	130.7031	32.0081	295		1002	99.3	82	3
131.2739	33.0678	962		400.4	45	73	3	130.6997	32.0208	355		1001.5	67.2	50	3
131.2378	33.0417	835		403	25	23	3	130.7139	32.7139	450		1501.6	113.2	65	3
131.3125	33.2306	525		801	114.3	123	3	130.6836	31.9939	240		1201	102.3	71	3
131.3064	33.2261	538		1001	161	145	3	130.6908	32.0550	348		401.5	42.2	61	3
131.3131	33.1836	835		1001.4	175.7	160	3	130.6908	32.0378	236		401.3	29.4	29	3
131.2736	33.1856	875		1300	80.5	50	3	130.6911	31.6911	237		401.4	49.8	80	3
131.2625	33.1981	800		1703.5	165.8	88	3	130.6094	31.1900	55		1002.3	139	121	3
131.3011	33.1828	830		1503	201.2	123	3	130.6122	31.1917	45		1002.8	151.1	133	3
131.2847	33.1322	960		1202.5	164.5	124	3	130.7797	31.9278	522		502.5	56.3	77	3
131.3433	33.1553	637		1703.3	103	51	3	130.8003	31.9044	556		502	183.4	330	3
131.4322	33.2228	475		1504.5	101.5	57	3	130.7869	31.8986	405		503	60.6	85	3
131.4364	33.1942	195		1001.4	84.6	69	3	140.7100	38.8067	526		344	200	547	3
131.4386	33.1872	252		866	73.1	66	3								

第1表(b) data set (B): 坑井のデータセットの中で温度の情報を持たないもの。坑井の緯度, 経度, 標高, 掘削深度, 地温勾配値を示す。

Table 1 (b) Longitudes, latitudes, elevations, depths, and thermal gradients from borehole data set (B), in which only thermal gradients and depths of boreholes are known and no temperature data are available.

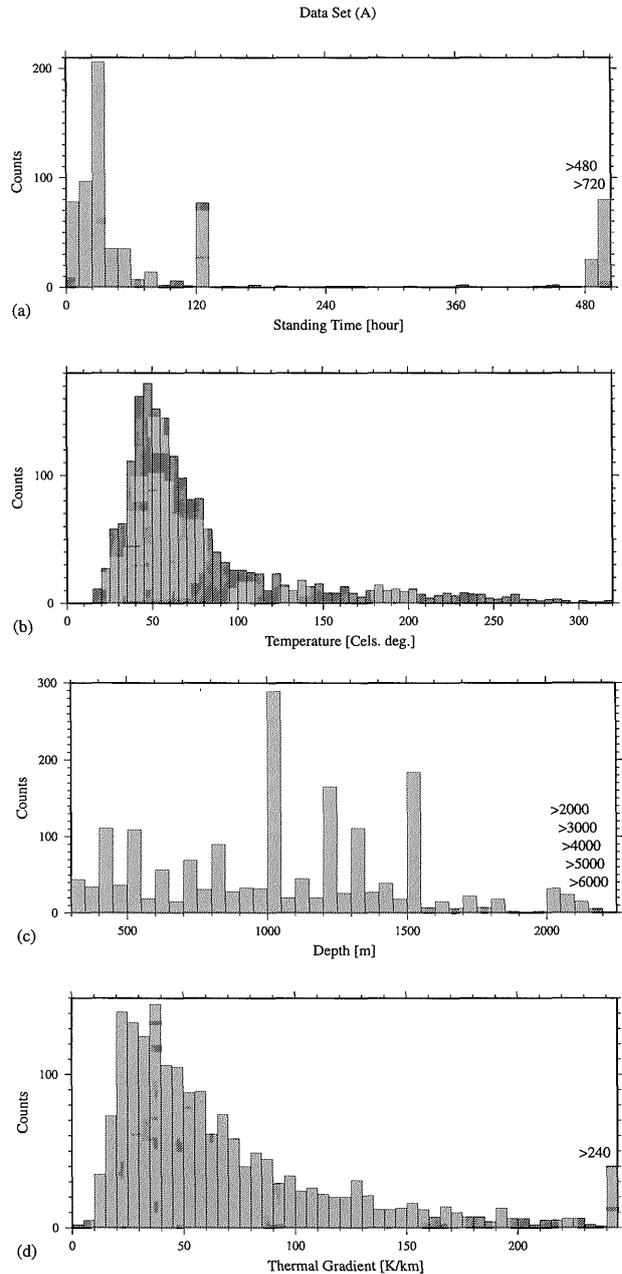
経度 (deg.)	緯度 (deg.)	標高 (m)	掘削深度 (m)	地温勾配 (K/km)
140.3300	35.9500		1234	14
140.5700	36.1200		1234	16
140.2100	36.2500		300	31
139.4500	36.6500		2002	40
139.1900	36.3100		2040	34
139.5500	36.2400		1234	15
139.5400	35.8000		2001	17
138.8000	36.2000		401	19
139.3900	35.9000		1830	23
139.3000	35.8400		802	17
140.3000	35.8300		1336	7
140.2400	35.5400		2041	15
139.8600	35.3400		2040	25
140.1600	35.2800		2039	25
139.4700	35.6500		2783	17
139.5200	35.5000		1998	29
139.3500	35.4200		1837	19
138.8100	35.7400		1245	21
137.8900	35.0800		560	20
130.8736	31.3756	55	1500	23

ここでは地温勾配を計算する際に, 深度 300 m 以深のデータのみを用い,

- 1) 掘削深度および坑底温度 (1,435 箇所),
- 2) 最高温度とそれが記録された深度 (32 箇所),
- 3) 掘削深度および最高温度 (342 箇所)

を使用することにした (これらいずれの組み合わせの深度と温度を使用したかについても第1表(a)に明記してある。これら坑井のデータセットの中で深度と温度の情報を持つものをまとめて data set (A) とする。). スタンディング・タイムについての記載は 676 箇所についてのみであり, これはここであげたデータの約 37% にすぎない。しかも, 24 および 48 時間以内のスタンディング・タイムがそれぞれ, 42 および 71% を占める。これらの値についてのヒストグラムを第1図に, 空間分布を第2図に示す。第1図に示されるように坑井データの深度別では 300 m-500 m 未満が 12%, 500 m-1,000 m 未満が 27%, 1,000 m 以深が 61% である。坑井データは, 北海道南西部, 東北から関東地方の火山フロント付近, 九州地方の火山地帯に多いが, 温度測定点の深さにかかわらず温度のばらつきは大きい。一方, 近畿, 中国, 四国地方では坑井データが少ない。また第3図に示すように, 温度は水の沸騰曲線よりは低い, 異常に高いデータも見られる。これらの異常な高温は特に浅い坑井において顕著に見られる。

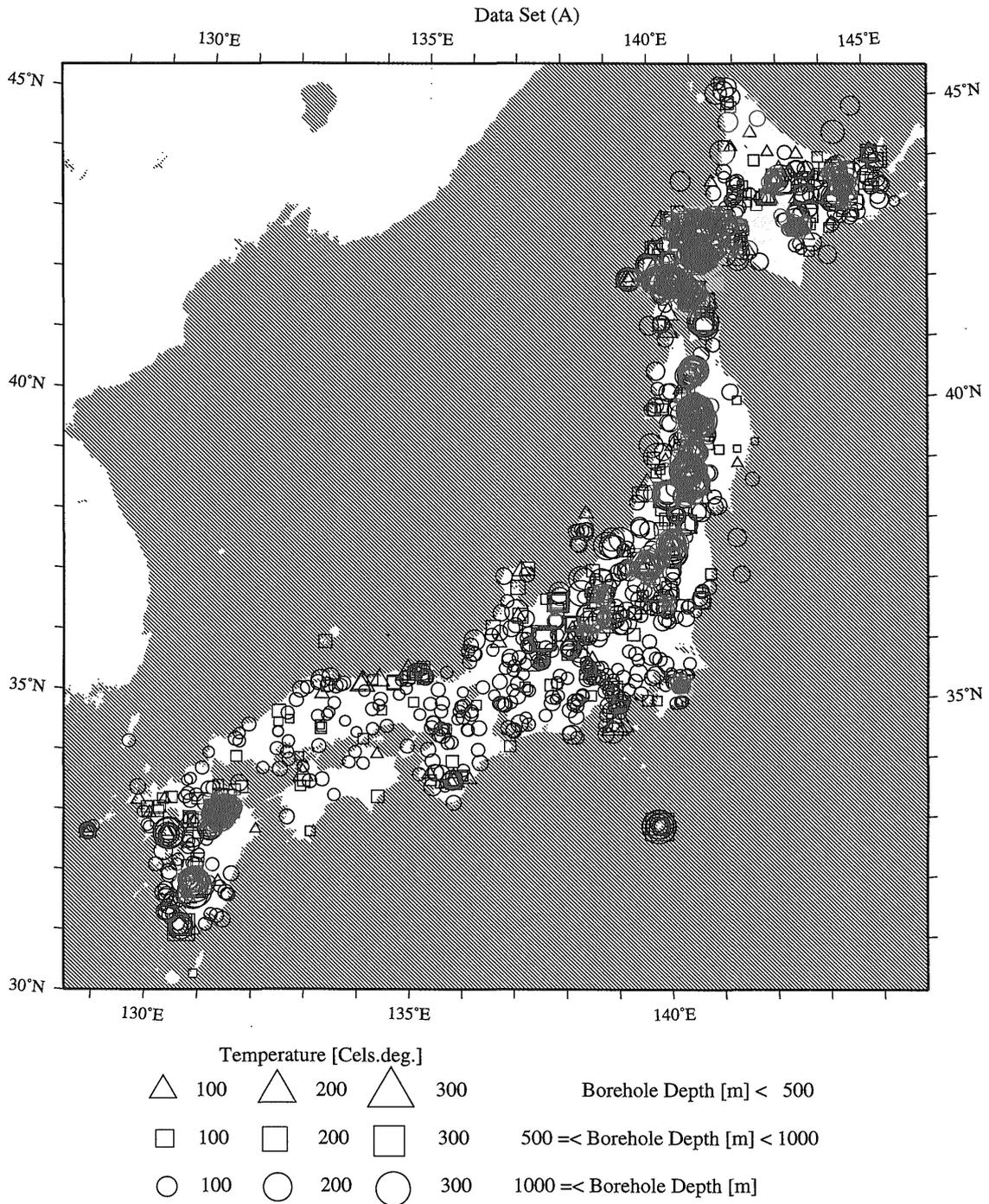
一方, 20 箇所については, 温度とスタンディング・タイムについての記載がなく, 地温勾配と掘削深度のみが明記されている。この場合は別表にした (第1表(b)).



第1図 data set (A) の (a) スタンディングタイム, (b) 温度, (c) 深度, (d) 地温勾配のヒストグラム。
Fig. 1 Histograms of (a) standing times, (b) temperatures, (c) depths, and (d) thermal gradients using data set (A).

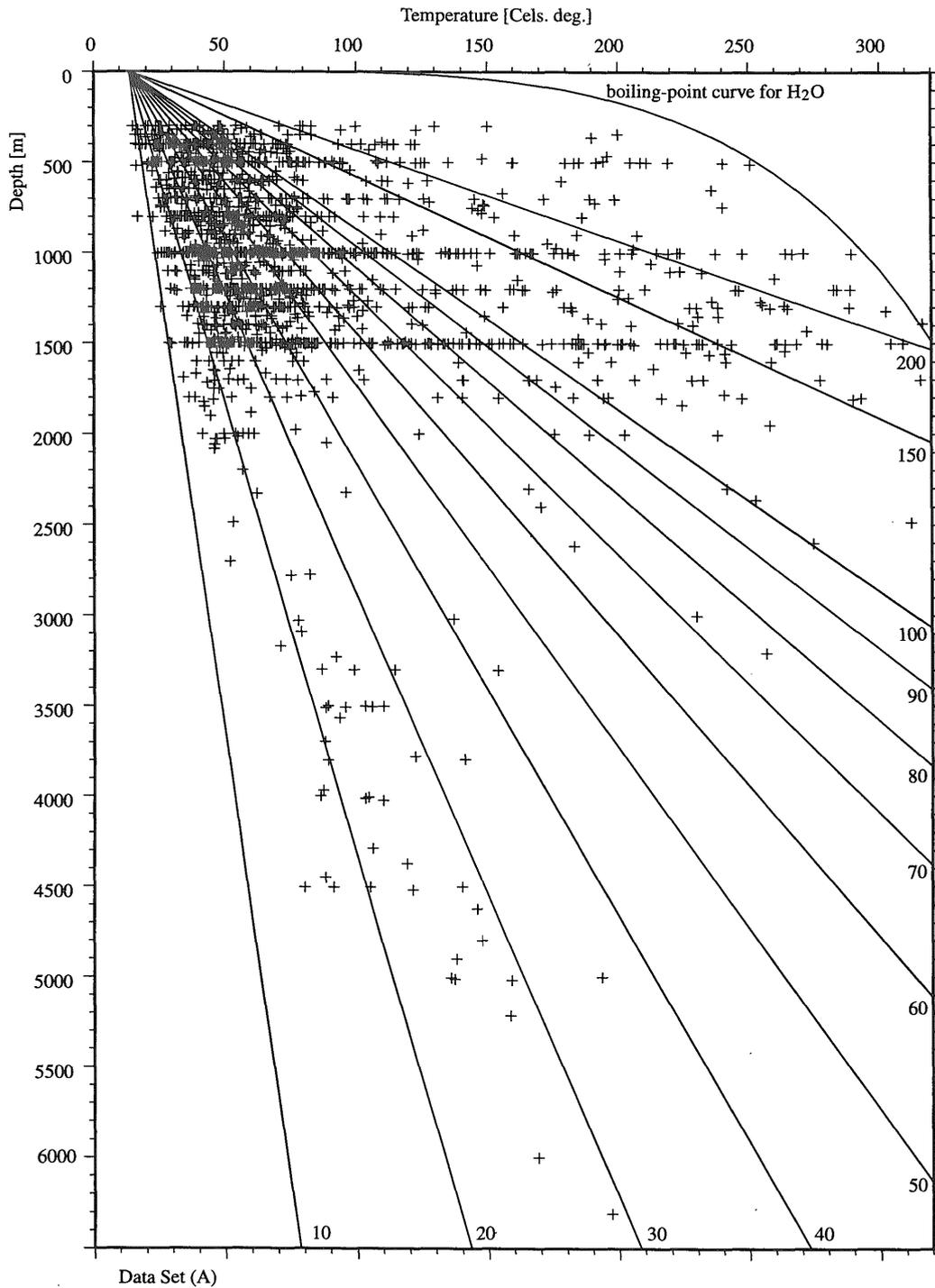
これを data set (B) とする。). これらの値についてのヒストグラムを第4図に, 空間分布を第5図に示す。これらは関東平野付近に集中しており, 低い地温勾配をとる。地温勾配の算出方法が不明ではあるが, 上記のデータセットのデータが疎である部分にデータが集中していることから, 日本列島全域の地温勾配の分布を知るうえで貴重なデータになり得るとして, ここではあえて使用することにした。

上述のデータとは別に従来からコンパイルされてきた地殻熱流量のデータセットも用いた (山野・他, 1997)。



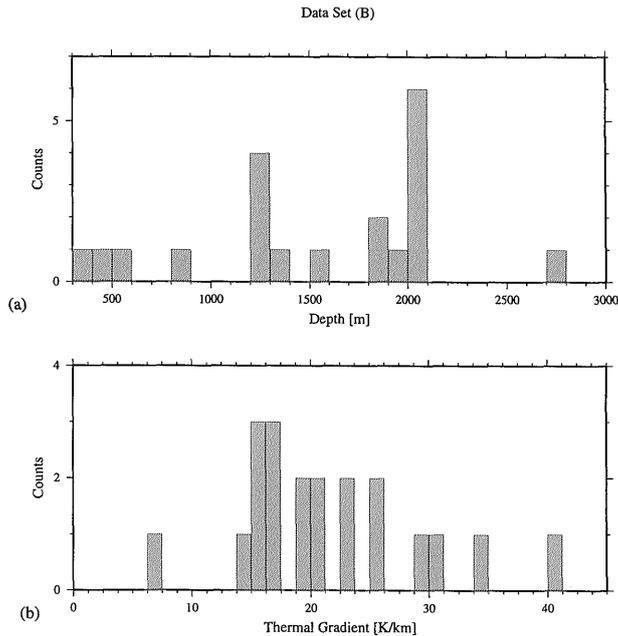
第2図 data set (A) による日本列島の坑底温度もしくは最高温度の分布図。△, □, ○の面積は温度の大きさに比例し、各シンボルは坑井の深さがそれぞれ 300 m-500 m 未満, 500 m-1000 m 未満, 1000 m 以深であることを示す。ここでは地図の投影法は全て緯度 37.75°, 経度 137.5° を中心とし、緯度 32.75° と 42.75° を標準緯線とする Albers 正積円錐図法を用いた。

Fig. 2 Temperature distribution of the Japanese islands using data set (A). The area of each symbol is proportional to the temperature. Triangles, squares and circles indicate the depth of boreholes of 300-500 m, 500-1000 m, and of deeper than 1000 m, respectively. Albers conic equal-area projection is used. Projection center is 37.75° N and 137.5° E, and 32.75° N and 42.75° N are standard parallels.



第3図 data set (A) の深度に対する温度のプロット (各データは+で表されている.)。実線は地温勾配 (各々の数字の単位は K/km.), 曲線は水の沸騰曲線を表す。

Fig. 3 Temperatures plotted against depths using data set (A). Solid lines show temperatures as a function of depth, in cases of constant thermal gradient 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150 and 200 K/km. The curved line shows the boiling temperature of H₂O.



第4図 data set (B) の (a) 深度, (b) 地温勾配のヒストグラム.

Fig. 4 Histograms of (a) depths and (b) thermal gradients using data set (B).

このデータセットには、測点名、緯度、経度、測定点の標高または水深、最も深い温度測定点までの地表面または海底面からの深さ、温度測定点数、温度勾配、熱伝導率測定点数、熱伝導率、熱流量が含まれている。ここでは、このデータセットの中で、坑井データと同様に、最も深い温度測定点までの地表面または海底面からの深さが300 m以上のもので温度勾配のデータの明記してあるもの108点を使用した(これをdata set (C)とする。第2表、第6図、第7図)。このデータセットでは、緯度・経度については度と分(まれに1/10分)のみの記述のデータがほとんどであるので、位置の精度は2 km程度であると考えられる。データは北海道道東や関東地方平野部、丹後半島など局所的に集中しているが、これらのデータ集中域においては、温度測定点の深さにかかわらず地温勾配の値のばらつきは小さい。これはスタンディング・タイムが十分に長く温度が定常状態にあることを前提として収集されたデータセットであるからであろう。

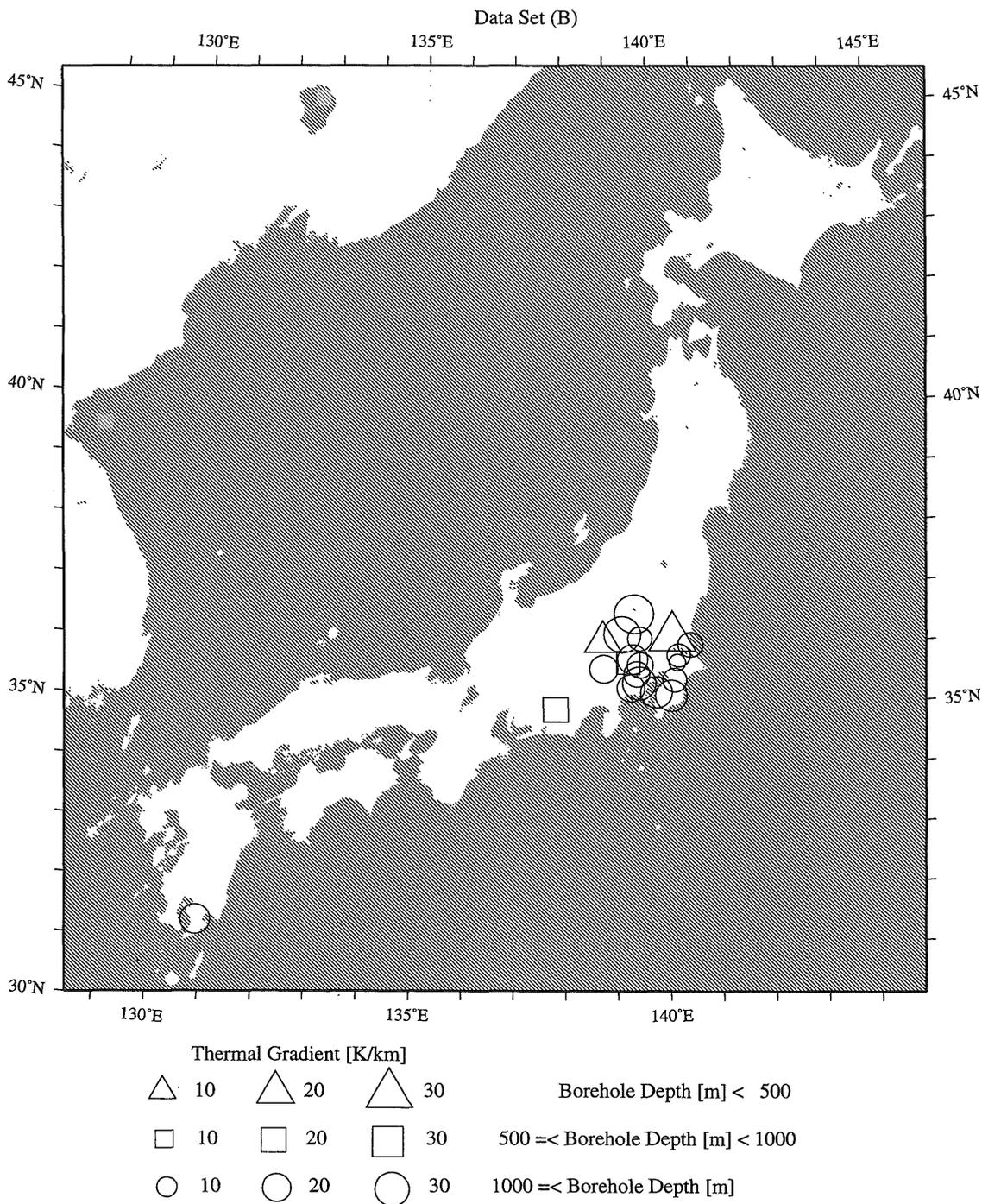
これらdata set (A)-(C)の3種類のデータの総数は、1,937点であり、そのうち温度測定点の深さが300-500 m, 500-1,000 m, 1,000-1,500 m, 1,500-2,000 m, 2,000 m以深のデータはそれぞれ239, 524, 802, 275, 97点を占める。

3. 地温勾配値

坑井で行われる温度測定は、その場所と時間において

のみ意味があるのであり、多くの要因が測定に影響を与える(例えば、Buntebarth, 1984)。まず、日変化、年変化、さらにはより長周期の気候変動などの地表の温度、また、地表の形態や地質などに、地下の温度は影響を受ける。また、地下水の流れやテクトニックな動きにより、伝導より対流による熱輸送のほうが効果的となることもある。深さ50 cmで日変化は1%以下になるが、年変化に依存しない地中の温度を知るためには、深さ10-15 mの坑井を用いて何箇所かで温度測定を行う必要がある。それより深い坑井では、掘削の過程そのものが、地下の温度に大きな擾乱を与える。掘削リグからの水の循環は、一般的に坑井の周りの岩石を温め、ある深さで深では逆に冷やす。またドリルビットで生じる熱は、坑井の周りの岩石を温める。これらの影響をとり除くためには方法が2つ考えられる(例えば、Turcotte and Schubert, 1982)。一つ目の方法は、坑底温度がこれらの影響を受けないように、掘削中に坑底の温度測定を行う方法である。もう一方の方法は、坑内温度が完全に地中温度と平衡状態になった後(一般的に1年から2年程度後)に温度測定を行う方法である。もちろん後者の方法が望ましいが、主に現場における作業上の都合などにより、掘削直後に温度測定がなされていることが多い。

前述のようにここで用いたのは坑井の深度が300 m以深のデータのみとした。これは、地表温度の日変化や年変化だけではなく、特に氷河期の影響などより長期(10³年程度)におよぶ気候変動による地表の温度変化などが、地下の岩石の温度に影響を与える影響を避ける



第5図 data set (B) による日本列島の地温勾配図. △, □, ○の面積は地温勾配の大きさに比例し, 各シンボルは坑井の深さがそれぞれ 300 m-500 m 未満, 500 m-1000 m 未満, 1000 m 以深であることを示す.

Fig. 5 Distribution of thermal gradients for the Japanese islands using data set (B). The area of each symbol is proportional to the thermal gradient value. Triangles, squares, and circles show the depth of boreholes of 300-500 m, 500-1000 m, and of deeper than 1000 m, respectively.

坑井の温度データによる日本の地温勾配値 (田中 ほか)

第2表 data set (C): 地殻熱流量のデータセットによる緯度, 経度, 深度, 温度勾配値 (山野・他 (1997)).

Table 2 Longitudes, latitudes, depths, and thermal gradients from the published heat flow data sets (after Yamano *et al.* (1997)).

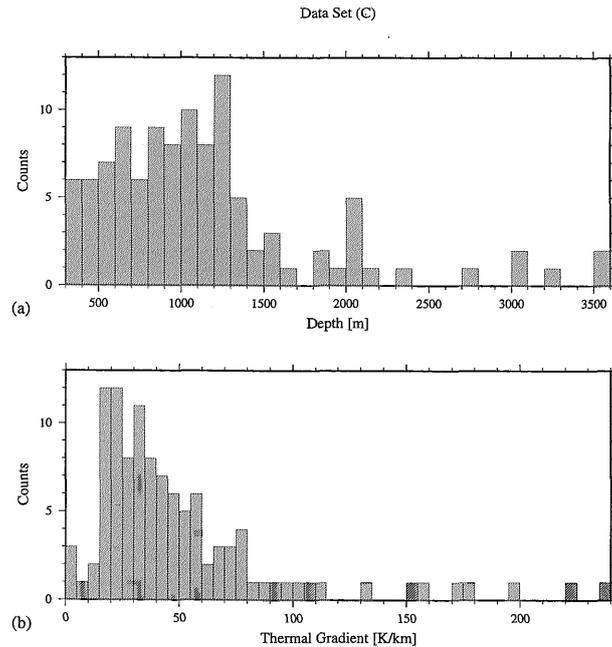
経度 (deg.)	緯度 (deg.)	掘削深度 (m)*	温度勾配 (K/km)	経度 (deg.)	緯度 (deg.)	掘削深度 (m)*	温度勾配 (K/km)
141.733	42.650	3570	17	143.333	44.008	1300	54
142.183	43.400	630	29	140.150	41.975	1245	51
140.633	43.000	600	56	143.283	42.633	1107	39
142.067	42.967	550	23	143.300	42.633	1119	37
140.533	43.117	347	46	144.175	43.908	1500	50
141.183	42.700	600	82	140.817	43.075	1352	62
140.567	43.033	1180	66	142.575	43.450	985	48
140.817	42.983	950	76	140.000	42.150	1035	109
141.200	42.717	450	73	144.467	43.608	1300	66
141.183	43.100	308	43	140.875	42.550	1274	77
141.933	42.717	700	21	144.300	43.800	1113	41
140.367	42.500	480	72	143.167	42.917	1110	25
140.867	42.533	340	100	144.250	44.033	1174	43
140.667	41.983	700	45	141.350	43.100	500	46
140.908	41.167	390	72.2	140.740	35.827	780	17.3
140.200	38.025	570	39.5	137.545	36.217	1000	155
139.367	34.783	700	221	137.545	36.217	1000	195
132.817	33.650	435	23.1	138.542	36.600	1265	177
130.767	32.050	440	75.7	138.542	36.600	1270	174
143.237	40.630	862	32	137.392	36.217	800	150
143.310	40.627	934	36	137.392	36.217	803	50
143.928	39.735	488	24	137.392	36.217	604	235
131.418	31.610	1000	38	131.623	34.125	300	14.5
137.798	36.520	1300	56	131.743	33.542	560	30.3
135.335	34.810	1001	29	134.937	35.555	650	24
134.965	35.653	900	31	135.068	34.937	1000	20
134.972	35.650	860	31	134.527	35.448	680	60
135.015	35.687	780	29	134.682	35.505	1000	30
135.110	35.728	840	34	135.115	35.535	850	28
135.180	35.582	800	32	134.830	35.552	800	29
134.943	35.630	900	40	135.065	35.702	1250	39
141.650	42.533	2183	34	135.942	34.908	1500	22
141.767	42.450	3200	30	139.450	36.650	1450	39.5
141.912	42.510	3005	17	136.590	36.657	1150	19.8
143.400	42.950	380	55.9	136.623	35.613	300	24.4
144.450	43.500	660	94	140.167	35.283	2039	24.6
143.950	42.900	640	40.3	140.233	35.533	2041	15
145.467	43.267	1200	23	140.333	35.950	1234	14
144.917	43.750	1260	67	138.817	35.733	1245	20.9
142.900	43.783	500	95.7	139.467	35.650	2783	16.5
141.150	41.800	500	131	139.300	35.833	802	17.4
144.017	43.717	1200	47.6	139.383	35.900	1830	23
143.233	44.133	950	44	139.183	36.317	2040	34.1
144.333	43.392	1650	33	139.733	35.933	3511	20.9
141.643	45.442	930	51	139.817	35.617	3030	15.3
144.472	43.855	1140	40	140.300	35.833	1336	8
143.295	43.228	1500	49	140.017	35.783	2330	15.6
140.425	43.150	600	58	140.567	36.117	1234	16
143.483	42.542	700	38	139.550	36.233	1234	14.9
144.680	43.900	1450	58	139.533	35.800	2001	16.7
140.825	42.025	1000	79	140.217	36.250	300	31.3
140.718	42.020	1000	58	139.517	35.500	1998	29.1
140.517	42.950	1003	88	139.350	35.417	1837	18.7
140.633	42.833	500	110	139.867	35.333	2040	25.1

*最も深い温度測定点までの地表面または海底面からの深さ

ためである。これらの影響を避け定常的な温度構造を得るためには、坑井の深さは約 300 m 程度必要であるとされている (Turcotte and Schubert, 1982)。

一般的には、地熱井や石油・天然ガス井では長時間の温度回復試験を行なうことが多い。一方、温泉井などでは掘削直後に温度を測定し温度の回復試験を行なわない場合も多く、また各深度での温度を測定せず坑底の温度だけ測定する場合もある。このようにここで用いた坑井

の温度検層データにはさまざまな精度のものが含まれる。ここでは前節で述べたように、日本列島全体におよぶべく多数のデータを活用することを目的としているので、十分な情報を持つデータのみではない。そこで、data set (A) を用い、各坑井データの坑底温度もしくは最高温度と“地表の基準温度”の差を掘削深度もしくは最高温度を記録した深度で割ることにより、地温勾配値とした。つまり、



第6図 data set (C) の (a) 深度, (b) 地温勾配のヒストグラム.

Fig. 6 Histograms of (a) depths and (b) thermal gradients using data set (C).

地温勾配値

= (坑底温度 - 地表の基準温度) / 掘削深度
(data set (A) の 1) の場合

もしくは

= (最高温度 - 地表の基準温度) /
最高温度を記録した深度
(data set (A) の 2) の場合

もしくは

= (最高温度 - 地表の基準温度) / 掘削深度
(data set (A) の 3) の場合

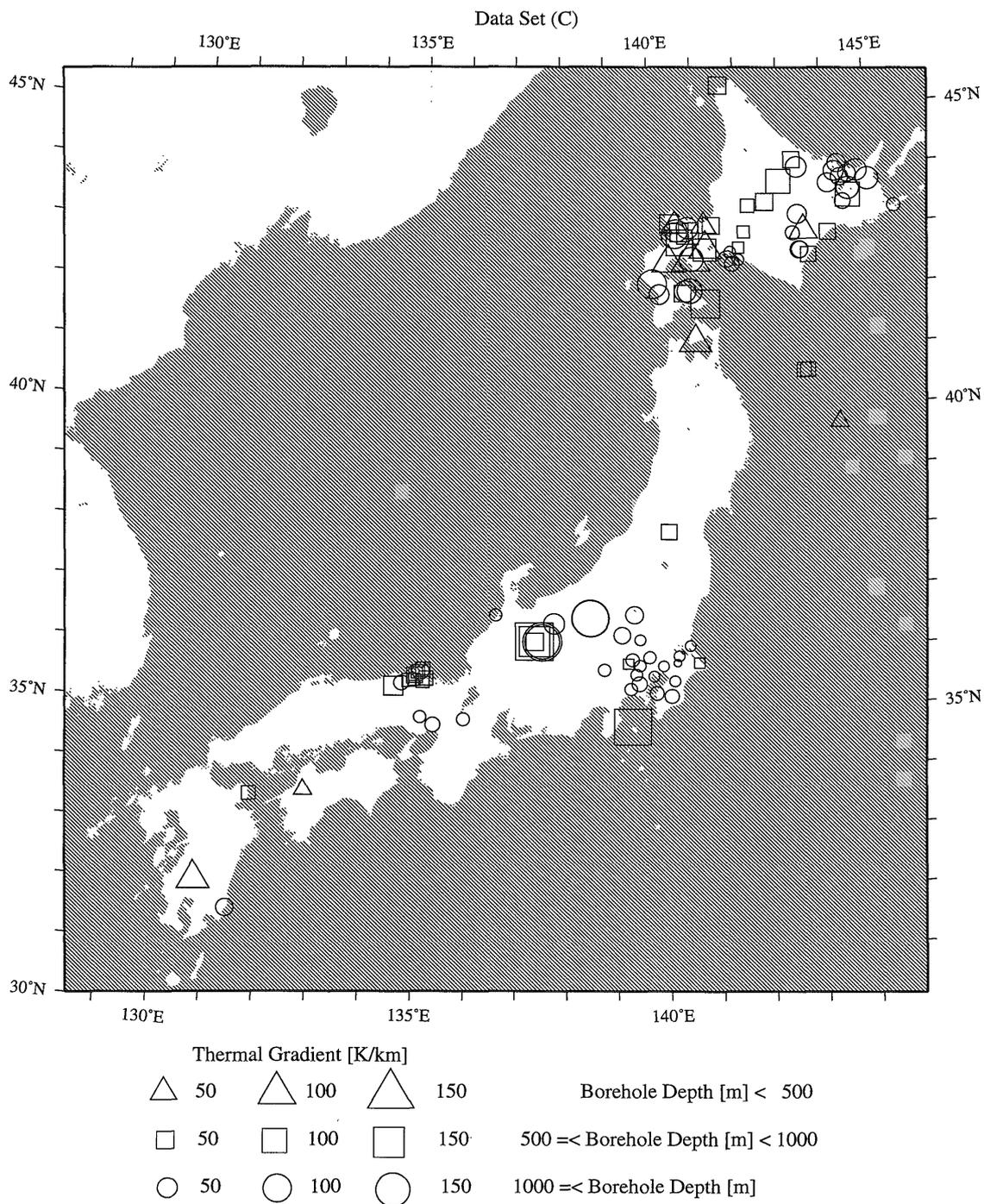
として計算した。ここで基準温度は日本の主な気象官署の80地点における平年気温(西暦年次の1の位が1の年から始まる最近の連続する30か年の累年平均値。ここでは1961年から1990年までのものを使用した。)(国立天文台, 1997)を用いることにした。実際には各坑井データの最寄りの気象官署における平年気温をそのデータの基準温度とした。各坑井データと最寄りの気象官署の両者をもっとも離れている場合の距離は約150 kmであり、平均距離は約20 kmであった。両者の間の距離は100 kmおよび50 kmを越えるデータは全体のそれぞれ1%以下および10%以下である。なおこのようにして計算した地温勾配のうち1点は負の値をとったので、これについては、地温勾配値を0とした。

なお、広域的な地温勾配値を表す図としては、北海道地域については、北海道立地下資源調査所(1995)の出版した「60万分の1北海道地温勾配図」がある。本論文では全く同じデータセットをもとにしているが、北海道

立地下資源調査所(1995)では基準温度を10℃と一定にして地温勾配を計算している。一方、本論文では上記のような場所によって異なる基準温度を用い地温勾配を計算しているので、両者の間では地温勾配の値は異なる。

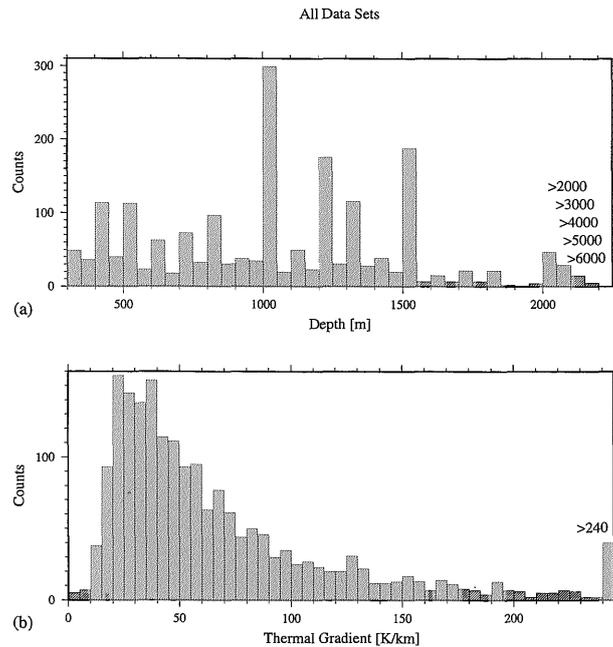
上記のような方法で決めた地温勾配値のヒストグラムを第1図(d)に示す。典型的な地温勾配の範囲は10-80 K/km程度(例えば, Stein, 1995)であり、これとほぼ同じ範囲にデータが集中している。ここで得られた地温勾配の平均値は70 K/kmであり、典型的な値20-30 K/km(例えば, Turcotte and Schubert, 1982)に比べて大きい。これは、一般的に地温勾配とは、熱伝導によって地中の温度が深さとともに増加する程度のことと解釈されていることが多いのに対し、ここでは、上述のようにある深さにおける温度と地表温度の差を坑井の深さで割った値を用いていることに原因があると考えられる。つまり、ここで求めている地温勾配は、熱伝導のみではなく熱対流をも含んだ地中の温度の増加率であるからである。また坑井データが地熱地帯に集中していること、また日本列島という活動的な島弧のデータであるということにも起因すると考えられる。

第8図にここで求めた全データの地温勾配と深度のヒストグラムを、第9図に、data set (A)-(C)の3種類のデータの全てについての深度に対する地温勾配の値のプロット、および、深度300-2,000 mまでは各100 m毎、深度2,000 m以深では各500 m毎の、地温勾配と深度の平均値を示す。深度2,000 m以深では地温勾配の平均値はいずれも20-35 K/km程度の値をとるのに対し、2,000



第7図 data set (C) による日本列島の地温勾配図。△, □, ○の面積は地温勾配の大きさに比例し、各シンボルは坑井の深さがそれぞれ 300 m-500 m 未満, 500 m-1000 m 未満, 1000 m 以深であることを示す。

Fig. 7 Distribution of thermal gradients for the Japanese islands using data set (C). The area of each symbol is proportional to the thermal gradient value. Triangles, squares, and circles show the depth of boreholes of 300-500 m, 500-1000 m, and of deeper than 1000 m, respectively.



第8図 全てのデータに対する (a) 地温勾配, (b) 深度のヒストグラム。
 Fig. 8 Histograms of (a) depths and (b) thermal gradients using all the data sets.

m以浅の平均値は100 K/kmを超えるような非常に大きな値から深さに伴い減少する。また、浅い坑井データほど、地温勾配のばらつきが大きい。これは地温勾配の値が坑井深度の逆数に比例するので、坑井の深度が浅いほど地温勾配の値に測定値や測定誤差が大きく影響することが主な原因である。つまり、温度の測定誤差や異常な高温が観測された場合に、坑井の深度が浅いほど、異常な地温勾配値と検出されるてしまうことが多い。また data set (A) と (B) については、データ取得時期の影響を考慮せず、基準温度として平年気温を用いていることも一因となっていると考えられる。

4. 地温勾配図

第10図に坑井データの深度別 ((a) 坑井の深さが300 m-500 m未満, (b) 500 m-1,000 m未満, (c) 1,000 m-1,500 m未満, (d) 1,500 m-2,000 m未満, (e) 2,000 m以深)の地温勾配図を示す。広域的な地殻熱流量分布の特徴は、東北日本では太平洋側で熱流量が低く(40-80 mW/m²以下)日本海側で高い(80 mW/m²以上)が、西南日本では南海トラフ側で高く瀬戸内海周辺で相対的に低い値をとるといったことなどがあげられる。第10図のいずれの深度を用いた図においても、これらの傾向と調和的である。たとえば、1,000 m以深の坑井では、瀬戸内海周辺ではほとんど30 K/kmの小さな値をとる。ただし、広域的には地殻熱流量の分布とよく一致するが、地温勾配図は隣接した坑井間でも値に大きな差があること

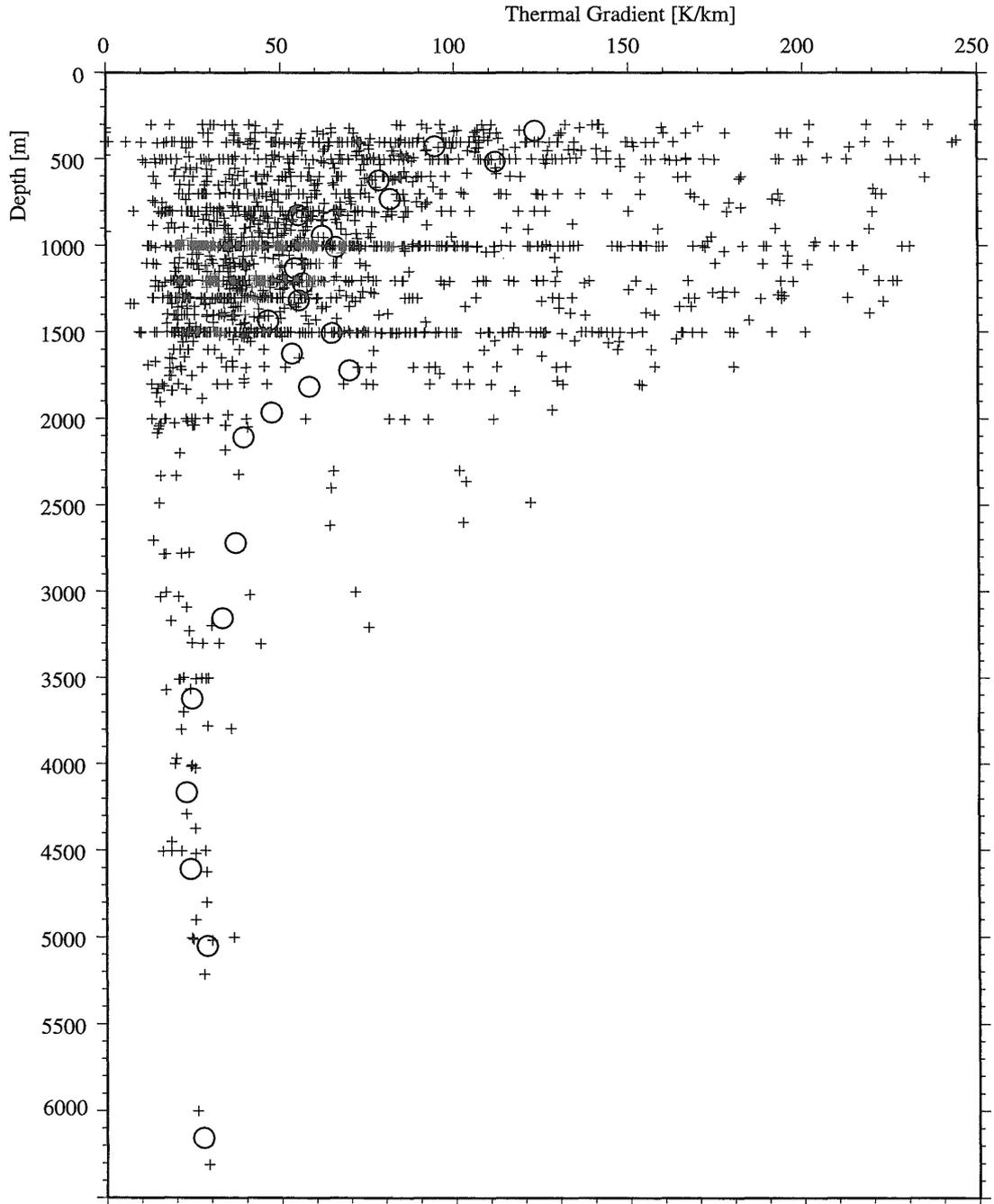
もあり、ばらつきの大きな図になる。特に火山・地熱地帯などでは、熱水対流などの影響を受け熱輸送のプロセスが複雑であると考えられるため、ばらつきは大きくなる。また、浅い坑井では、ばらつきの大きな図となる。これは、地下浅部では熱水対流などにより場所によって温度が大きく変化する傾向があり、かつ地温勾配の計算が深度の逆数に比例するために温度の誤差が測定点の深さが浅いほど大きな影響を与えるためと考えられる。たとえば100 K/km以上の大きな値をとるのは、火山や地熱地帯か、1,000 m以浅の浅い坑井に限られる。

一方、日本列島のより詳細な熱構造を推定するためにはデータ数が不足している。たとえば、東北日本の低い地温勾配から高い地温勾配へ変化する場所を特定するためには、データは十分ではなく、また存在するデータはばらつきが大きい。これは地殻熱流量のデータと同じ状況である。

また全体のデータの中で data set (B) や data set (C) による第5図・第7図はデータ数が少なく(それぞれ1%と6%)、データが関東平野や北海道など一部の地域に集中しており、日本列島全体の傾向が明らかになるほどではないが、第10図とは調和的である。

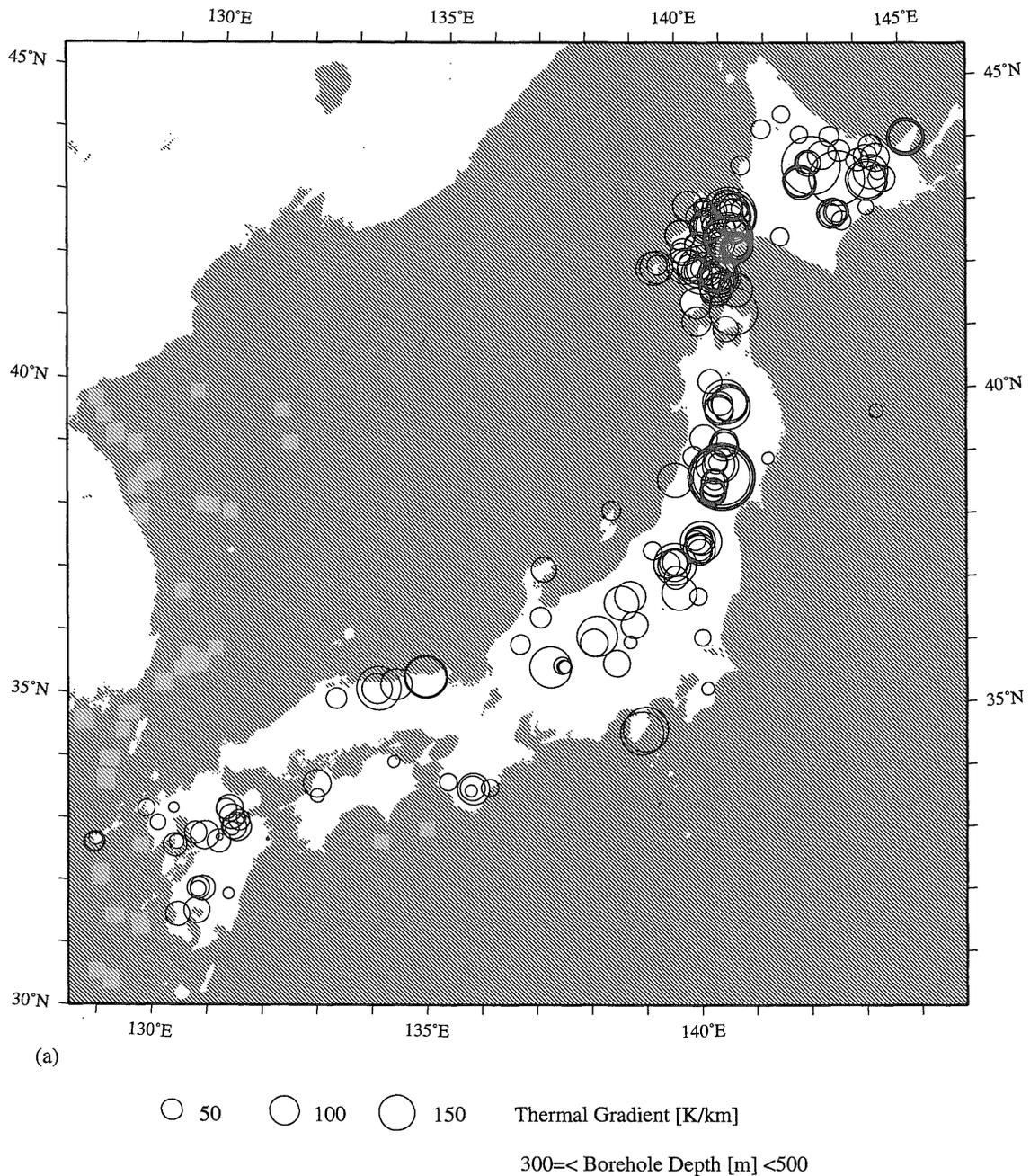
5. おわりに

日本列島の坑井データの深度までの温度構造を示すデータの一つとして、1,829点の坑井の温度データのコンパイルがなされた。また、従来からコンパイルされて



第9図 深度に対する地温勾配のプロット (各データは+で表されている.)。○は、深度300-2000 mまでは各100 m毎、深度2000 m以深では各500 m毎の地温勾配と深度の平均値を示す。

Fig. 9 Thermal gradients plotted against depths. Average values of thermal gradients (shown by open circles) are plotted for every 100 m interval at depths shallower than 2000 m and for every 500 m interval at deeper than 2000 m.



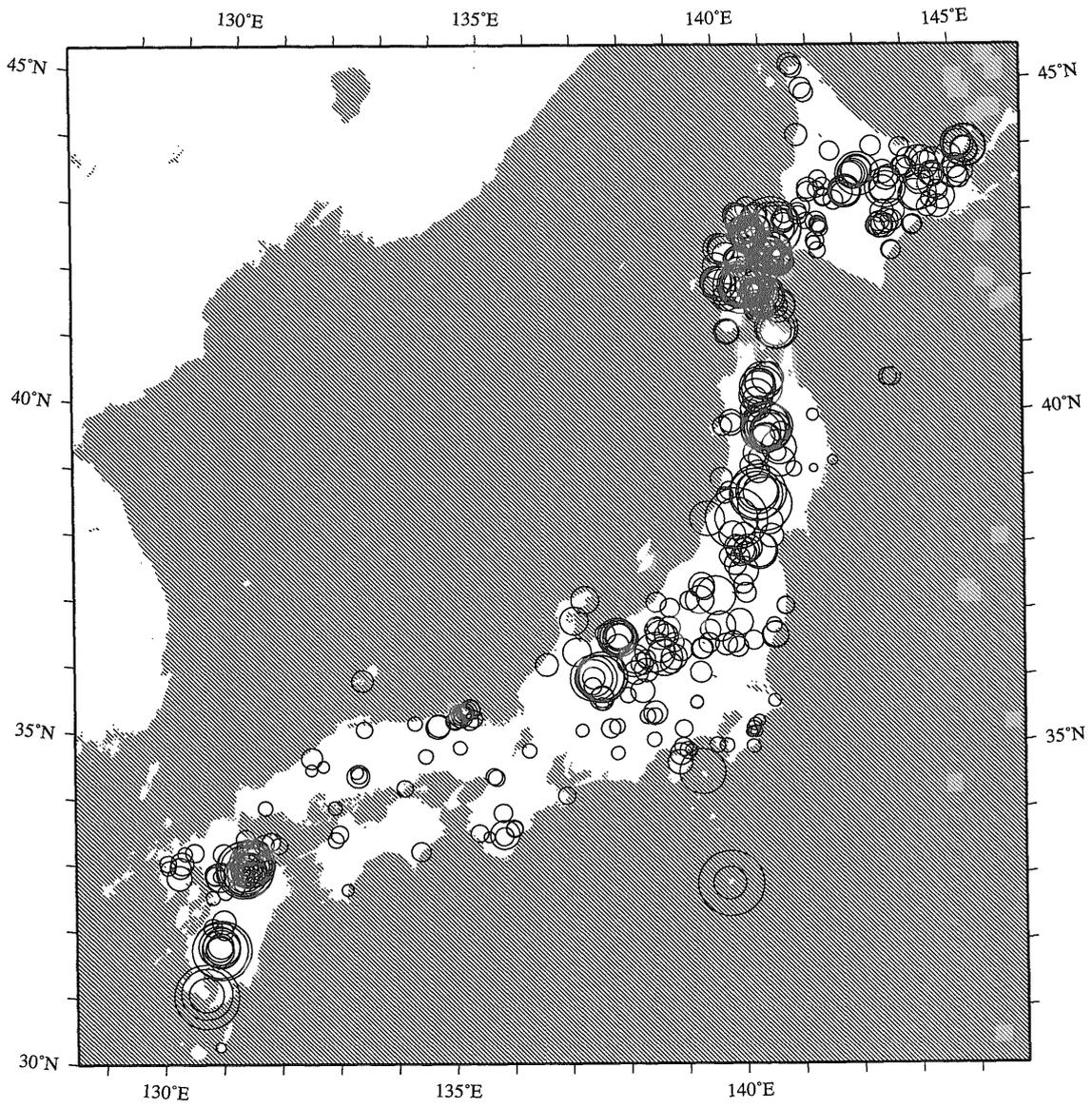
第10図 (a)

Fig. 10 (a)

第10図 坑井の深さが (a) 300 m-500 m 未満, (b) 500 m-1000 m 未満, (c) 1000 m-1500 m 未満, (d) 1500 m-2000 m 未満, (e) 2000 m 以深の日本列島の地温勾配図。○の面積が地温勾配の大きさに比例する。

Fig. 10 Distribution of thermal gradients using the Japanese islands using all the data sets. Depths of boreholes are (a) 300-500 m, (b) 500-1000 m, (c) 1000-1500 m, (d) 1500-2000 m, and (e) deeper than 2000 m. The radius of each circle is proportional to the thermal gradient value.

坑井の温度データによる日本の地温勾配値 (田中 ほか)

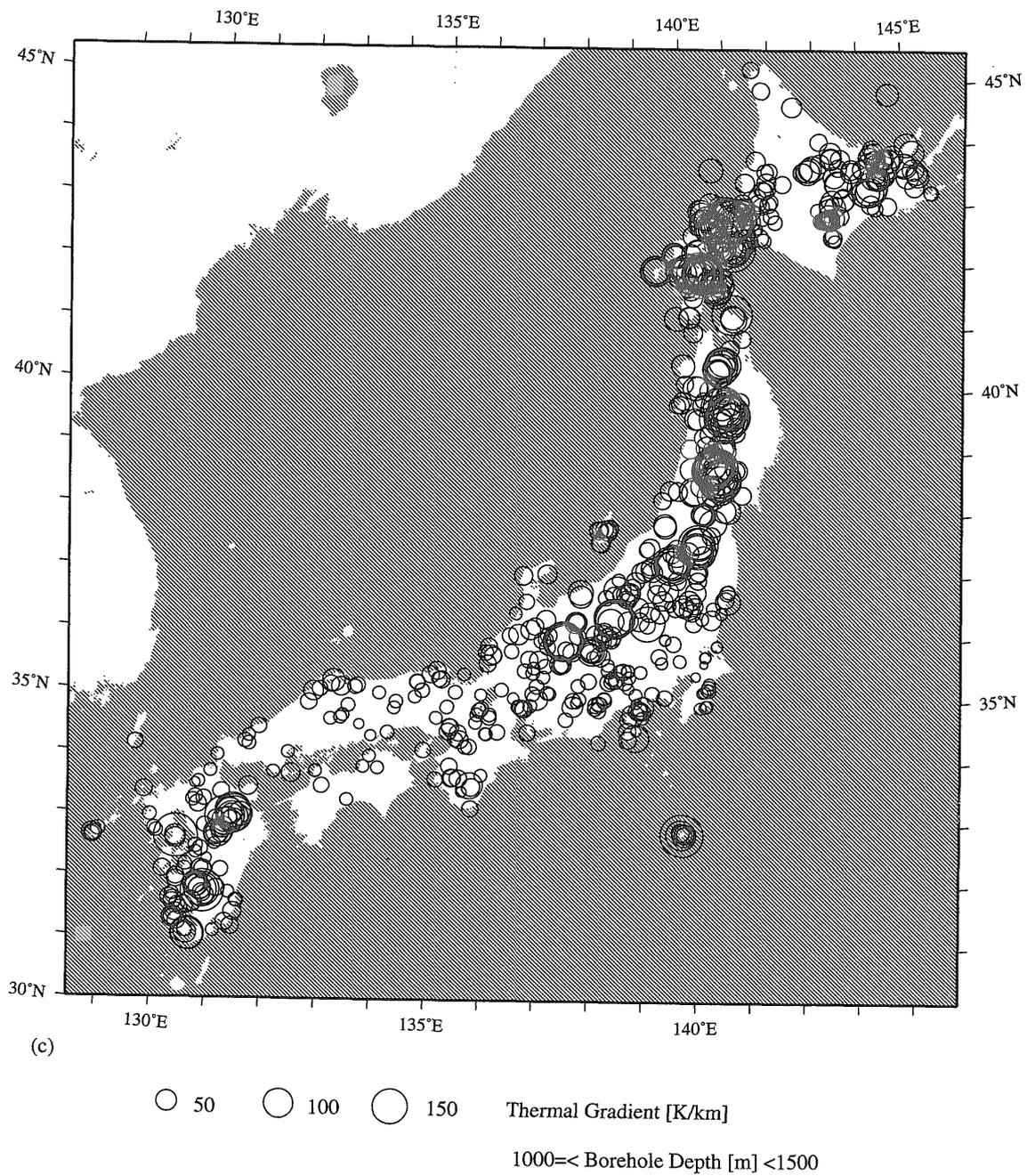


(b)

○ 50 ○ 100 ○ 150 Thermal Gradient [K/km]
500= \leq Borehole Depth [m] <1000

第10図 (b)

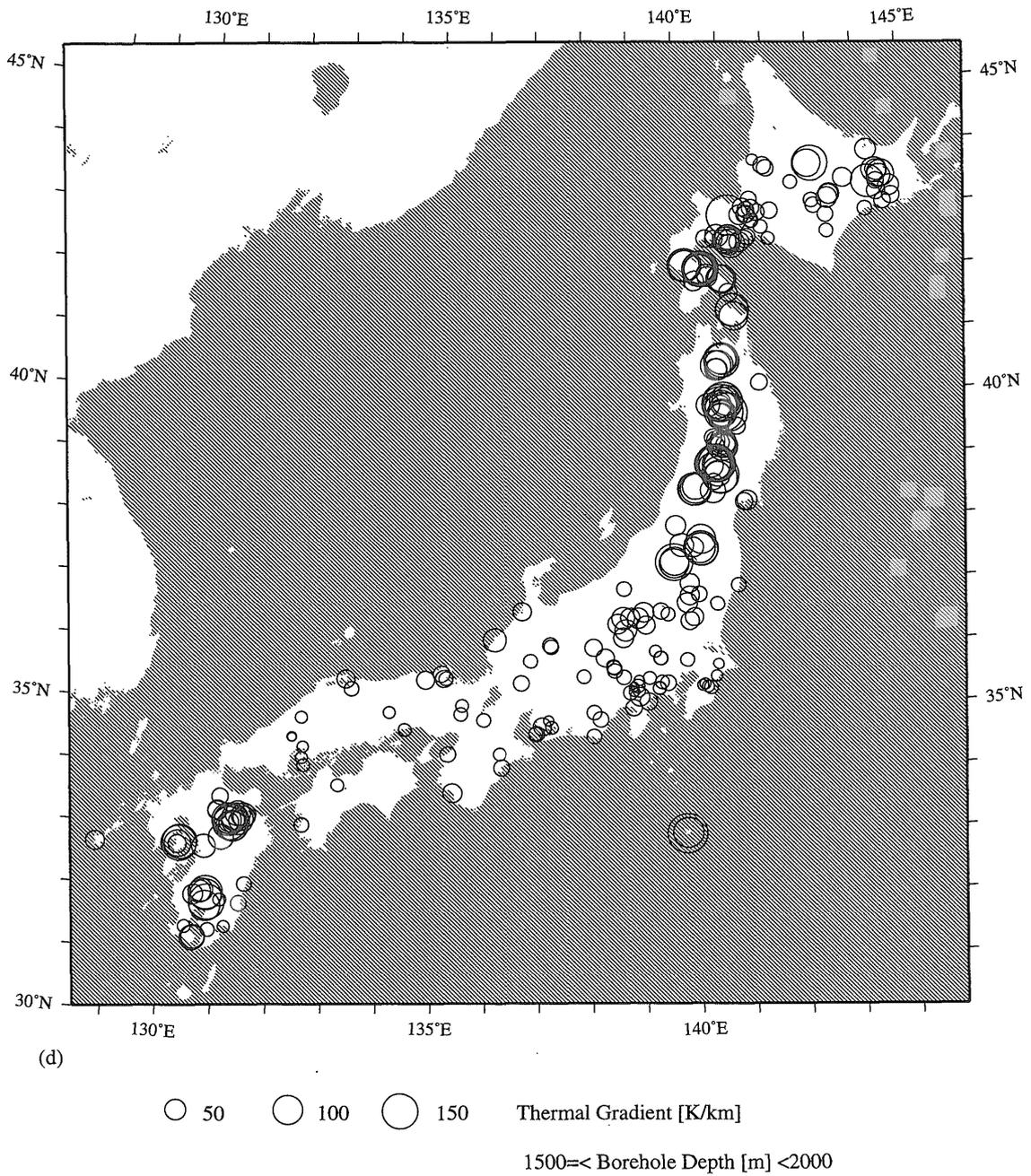
Fig. 10 (b)



第10図 (c)

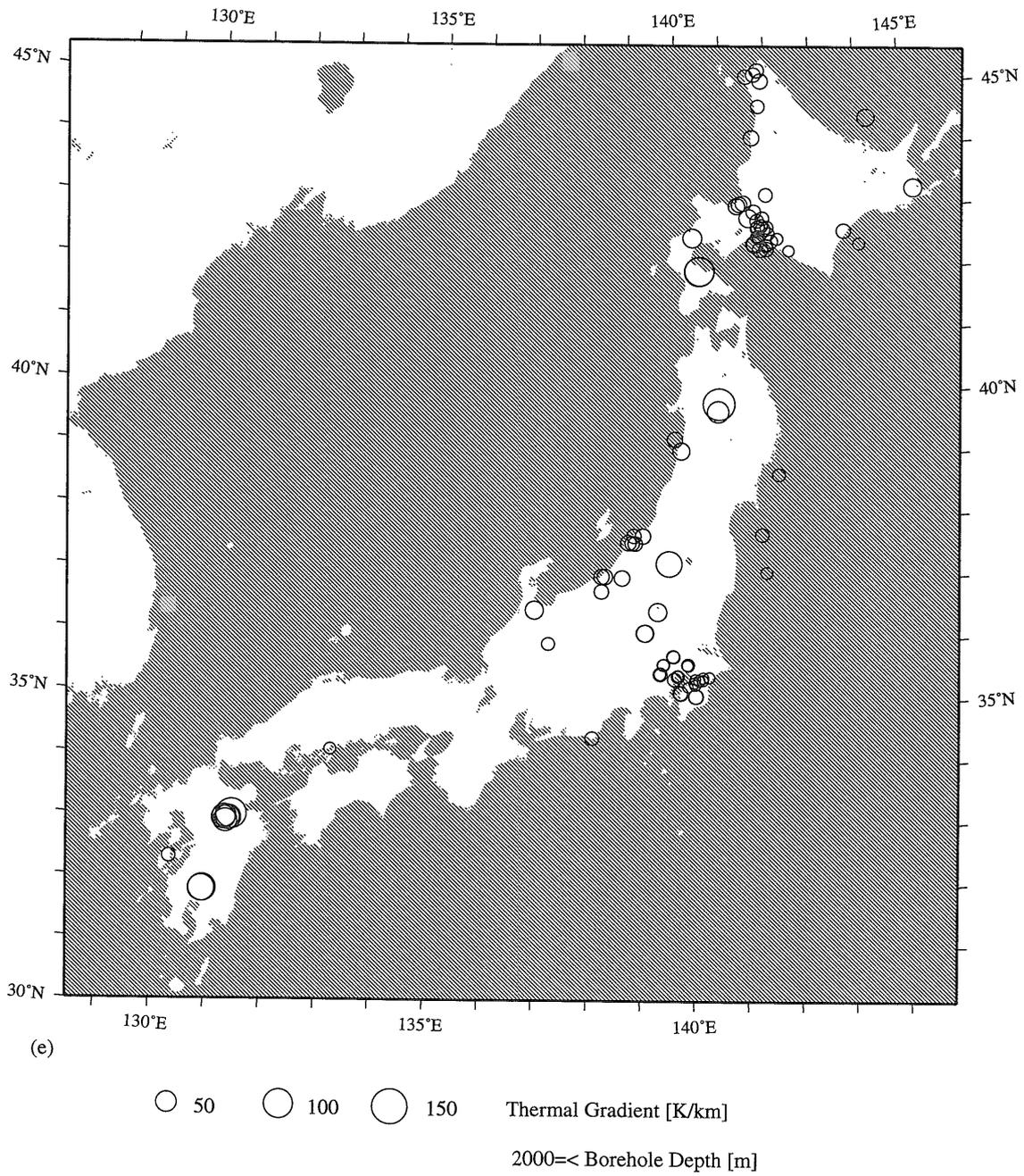
Fig. 10 (c)

坑井の温度データによる日本の地温勾配値 (田中 ほか)



第10図 (d)

Fig. 10 (d)



第10図 (e)

Fig. 10 (e)

きた地殻熱流量のデータセット (山野・他, 1997) の地温勾配の値 108 点もあわせて用いた。坑井データの坑底温度と地表での基準温度をもとに地温勾配を算出した結果, 火山フロント付近を境界とし, 海溝側の平均値の方が背弧側の平均値よりも小さい傾向を示すことや, 瀬戸内海周辺は低い値を持つことが明らかになった。また, 火山・地熱地帯では 100 K/km 以上の高い値を示す。これらのパターンは, これまでにコンパイルされている日本列島下の温度構造を表わす, 地殻熱流量のデータなどとよく一致する。しかし, 地温勾配は, 多くは 1,000 m 程度 (ここで用いたデータの坑井の深さの中央値および平均値は両者とも 1,100 m である。) の坑井によって見積もられており, この深度ではまだ一般的には対流熱輸送の効果も含まれると考えられるので, これをもとにより深い深度における温度を推定することは困難である。また同様な理由で隣接する坑井でも地温勾配の値がばらつくこともあり, ここで得られた値のみからデータの存在しない場所の地温勾配を推定することも困難である。しかし, 地殻熱流量のデータに比べて数多く存在するので, 地殻熱流量の分布のみでは明らかではない熱構造を知ることができる可能性がある。

謝辞 本研究を行うにあたって, 高橋正明・玉生志郎・阪口圭一・丸井敦尚・内田洋平の各氏からは貴重な助言を頂きました。また松林修氏には原稿を査読して頂き, 有益な助言を頂きました。これらの方々には心から感謝いたします。なお図の作成には, GMT systems ver. 3 (Wessel and Smith, 1995) を用いた。

文 献

- Buntebarh, G. (1984) Geothermics: An introduction. Springer-Verlag, 144 pp.
 北海道立地下資源調査所 (1995) 60 万分の 1 北海

道地温勾配図。

- 国立天文台編 (1997) 理科年表.
 Pollack, H.N., Hunter, S.J. and Johnson, J.R. (1993) Heat flow from the earth's interior: Analysis of the global data set. *Rev. Geophysics*, **31**, 267-280.
 水谷 仁・渡部暉彦 (1978) 地球熱学, 岩波講座地球科学 1 地球, 上田誠也・水谷 仁編, pp. 167-224, 岩波書店.
 Stein, C.A. (1995) in "Heat flow of the Earth, in Global Earth Physics, A Handbook of Physical Constants" ed. by T.J. Ahrens, American Geophysical Union, 144-158.
 Turcotte, D.L. and Schubert, G. (1982) Geodynamics applications of continuum physics to geologic problems. John Wiley & Sons., 450 pp.
 Uyeda, S. (1972) Heat flow, in The Crust and Upper Mantle of the Japanese Area Part I Geophysics, ed. by Japanese National Committee for Upper Mantle Project, 97-105, Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo.
 山野 誠・木下正高・山形尚司 (1997) 日本列島周辺海域の地殻熱流量分布, 地質ニュース, **517**, 12-19.
 矢野雄作・田中明子・高橋正明・大久保泰邦・笹田政克・梅田浩司・中司 昇 (1999) 300 万分の 1 日本列島地温勾配図, 地質調査所.
 Wessel, P. and Smith, W.H.F. (1995) New version of the Generic Mapping Tools released. *Eos Trans., AGU*, **76** (33), 329.

(受付: 1999 年 1 月 5 日: 受理 1999 年 4 月 19 日)