

足柄平野沿岸部の地下水塩水化調査結果（昭和62年・平成元年）

横山尚秀、石坂信之、平野富雄、大木靖衛

神奈川県温泉地学研究所*

Monitoring of Saltwater Intrusion in the Coastal Area of Ashigara Plain in 1987 and 1989

by

Takahide YOKOYAMA, Nobuyuki ISHIZAKA, Tomio HIRANO and Yasue OKI

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

Hakone, Kanagawa

(Abstract)

Monitoring of saltwater intrusion was carried out in the coastal area of the Ashigara Plain in 1987 and 1989. The highest chlorine content found in 1989 was to be 409mg/ℓ of No.12 in Koyawata. This level was increased by 79mg/ℓ higher than the maximum content found in 1986. This increase in chlorine content seems to have been caused by overdrawing, since the groundwater head of No.12 had dropped to 20m below sea level. Chlorine contents and groundwater heads in another wells, however, had remained at a level close to that observed in 1986 and showed no extension of the saltwater intrusion area. In general the trends of chlorine content and groundwater heads over these 3 years suggest that saltwater intrusion may be abating.

1 はじめに

足柄平野の相模湾沿岸部（図1）では昭和54年（1979）に地下水塩水化の兆候が認められ（横山ほか、1980）、その後年毎に塩素イオン濃度の増加が認められている（横山ほか、1988）。

一部の水源井では既に塩素イオン濃度が上水道水質基準の200mg/ℓを越え、飲料水として適さなくなるばかりか、塩水化が精密機械等の製造業に悪影響を与えないかその動向が心配されている。このような事情から地下水水収支調査の一環として、毎年あるいは隔年毎に塩水化調査を行っている。

*神奈川県足柄下群箱根町湯本997 〒250-03

神奈川県温泉地学研究所報告 第21巻、第3号、127-132、1990

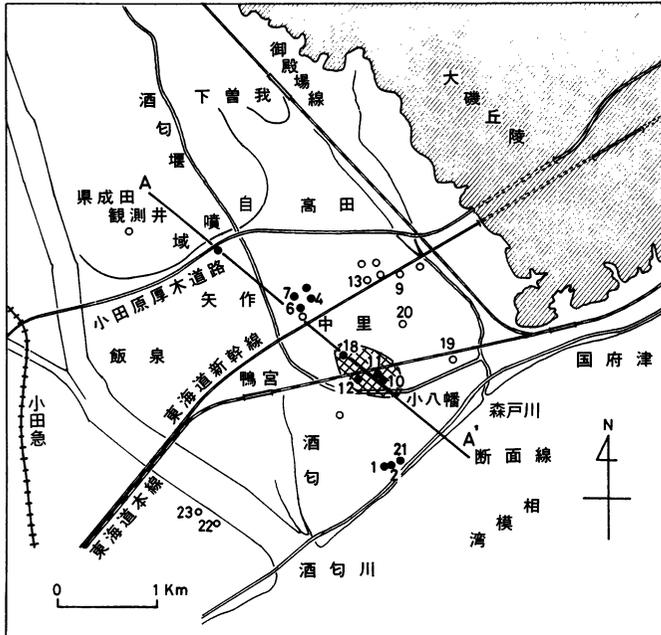


図1 調査地域及び調査井位置(編目は塩水化域を示す)

調査地域と調査井の位置は図1のとおりである。昭和62年(1987)と平成元年(1989)の調査結果によると、小田原市小八幡地区の塩水化地域の拡大は認められなかった。塩水化が著しい3井のうち2井(No.11、18)を除いて塩素イオン濃度の増加が止まり、塩水化が鎮静化する兆候と見なされた。しかし、最も濃度の高かった井戸(No.12)の塩素イオン濃度は409mg/lを示しており、引き続き監視が必要である。

2 調査結果

図1に示した水源井で塩素イオン濃度分析と水位測定(測定可能井戸のみ)を行った。調査井は図中編目で示した塩水化区域を中心に、酒匂川左岸域と右岸域の一部から選択した。

調査井の内から主要な井戸を11井選び、昭和54年(1979)以降の塩素イオン濃度と揚水中の水頭(水位を標高に換算した値)の変化を表1に示した。さらに調査井の内から4井を選び、塩素イオン濃度と水頭変化をそれぞれ図2、3に示した。

表1及び図2、3により塩素イオン濃度が100mg/lを越えている井戸No.11、12の水頭と塩素イオン濃度の変化によると、平成元年(1989)にNo.12の稼働中の水頭が標高-20m以下に下がっている。この井戸では揚水が連続的に行われているため水頭低下が著しく、昭和62年(1987)に標高-10m、平成元年(1989)に-20mと急激に低下している。このため、塩素イオン濃度はついに409mg/lを記録し、塩水化がさらに進行してしまった。一方、前回の測定に比べ水頭低下が小幅となったNo.11、18では、塩素イオン濃度はそれぞれ310mg/l、190mg/l台にあり、塩水化は横ばい状態とみなされる。図3で見る限り昭和62年(1987)まで続いた塩水化の進行は停止し、その後高濃度を維持しながら安定化の兆しを示している。

平成元年(1989)の塩水化の状況を図1のA-A断面の塩素イオン濃度分布で表せば図4のとおりになる。水頭が標高-20m以下まで低下しているNo.12の深部からの塩水進入が顕著である。そこを中心とする高濃度部の塩素イオン濃度は400mg/lを越え、昭和61年(1986)より高濃度化している。しかし、円錐状の塩水進入域は昭和61年から殆ど広がっていない。

表1 主要井戸の塩素イオン濃度と地下水位観測結果(上段が塩素イオン濃度、下段は水頭値)

番号	井深 m	昭和54年 (12月)	昭和56年 (12月)	昭和58年 (12月)	昭和59年 (12月)	昭和60年 (12月)	昭和61年 (10月)	昭和62年 (11月)	平成元年 (6月)
1	120	40.1 2.51	44.6 3.12	48.7 3.10	48.1 2.88	45.9 —	47.3 —	42.3 —	41.1 —
2	12	21.5 —	17.7 —	18.5 0.20	19.3 0.37	18.1 0.40	16.1 —	17.5 —	— —
9	100	4.21 -3.92	3.22 —	3.25 -4.23	4.28 -4.31	3.99 -3.10	3.50 -3.13	3.6 —	— —
11	130	42.2 0.32	104.0 0.76	150.8 1.11	198.7 0.38	311.4 0.07	330.1 -0.54	321.0 0.71	323.0 -1.85
12	130	61.2 -0.16	122.0 -1.42	196.6 -3.73	225.6 -5.78	224.5 -4.16	266.0 -5.58	342.0 -13.08	409.0 -20.2
13	95	18.9 -12.65	24.0 —	31.4 —	30.8 18.80	41.2 -14.92	31.6 -19.80	28.7 —	— —
18	98	47.9 0.74	— —	117.5 -0.19	132.3 -1.80	143.8 -1.71	158.1 -2.01	187.0 -3.20	191.0 —
19	88	3.69 —	— —	3.08 —	3.81 -2.41	3.39 -3.10	3.90 —	19.4 —	— —
21	95	— —	— —	15.8 —	15.5 —	16.8 —	15.2 —	— —	15.1 —
22	80	— —	— —	— —	50.0 1.59	43.5 1.38	58.5 —	65.9 0.84	— —
23	80	— -1.03	— —	— —	38.4 -8.26	26.4 -5.40	35.3 -6.68	41.8 —	— —

横山ほか(1980)によると、沿岸部の水頭分布には小八幡地区から中里、高田方面に伸びる水頭低下域が描かれている。表1によると、No.13の揚水中の水頭は海面下約20mまで下がっており、塩素イオン濃度が30mg/l前後ある。やや内陸にあるため顕著な塩水化ではないが、その兆候が認められ、今後の推移が注目される。

小八幡地区を中心とするの地下水塩水化は、水頭低下が抑えられれば安定化の兆候を示すことから、水頭低下を如何に抑えるかが塩水化進行防止策の重要な鍵と考えられる。

揚水に伴って水頭が低下すると円錐状の塩水進入域は水頭低下域に対応して形成される。おおよその塩水と淡水の境界は理論的にガイベン・ヘルツバルグの関係により推定され、境界は水頭の海面上の高さの約40倍の深度と推定されるが、実際は塩水と淡水が混合し、境界付近に遷移帯が形成される。図4はこれを良く表しており、海水濃度に近い塩水の位置はさらに深い。

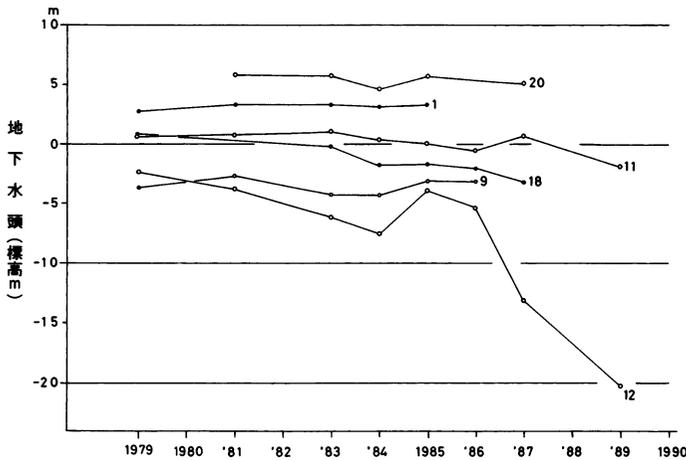


図2 揚水中の地下水頭(標高m)の経年変化
(番号を付した井戸位置は図1中に示す)

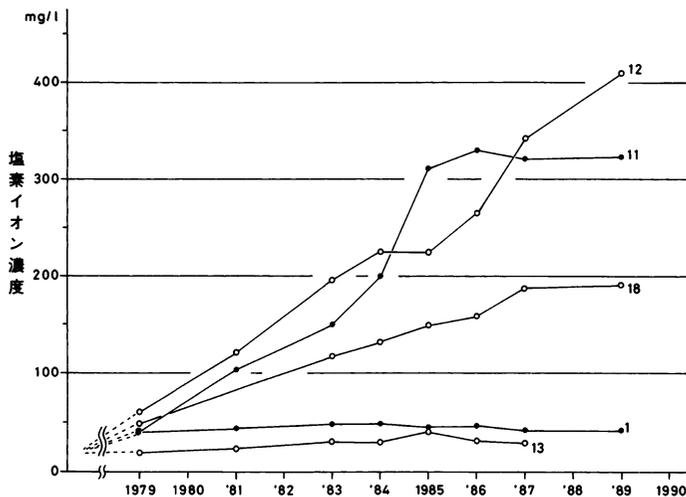


図3 塩素イオン濃度の経年変化
(番号を付した井戸位置は図1中に示す)

足柄平野の地下水位観測結果(横山ほか、1990)によれば、平野全体に地下水位の低下傾向は観測されていない。小田原市の揚水量は経年変化(図5)に示されるように横ばいで、現在平野全般に塩水化を進行させる要因は認められない。

3 まとめ

小田原市小八幡地区の地下水塩水化を調査したところ、一部の井戸で塩水化が進行していた。最も高濃度のNo.12では409mg/lが観測された。しかし、No.11、18は水頭低下が著しくなく、塩素イオン濃度変化は横ばいとなり、塩水化の進行は一時的に止まった。

塩水化地下水の塩素イオン濃度を200mg/l以下に減らし、水道水の基準を満たす水質に改善するためには地下水頭を海拔2m以上に保つ必要がある(横山ほか、1988)。現在、3井で塩素イオン濃度がこの基準を越えている。地下水頭の低下がさらに進行すれば塩水化は一層激しくなることは容易に予想

される。なお、No.12の井戸に見られるように、調査地域の塩水化は海水面下まで水頭低下を起こさせて揚水する井戸に発生している。今後も引続き監視を行うとともに、揚水による水頭低下にともなう淡水と塩水との境界面の関係を分析し、きめ細かな塩水化診断と井戸管理について検討する必要がある。

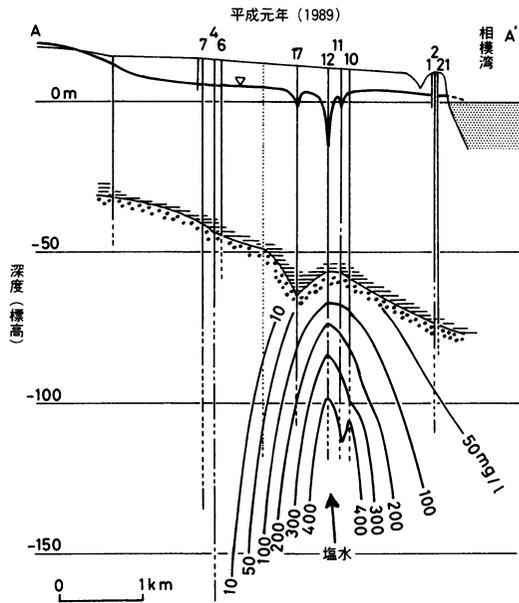


図4 塩素イオン濃度の垂直分布
(断面線位置は図1中に示す)

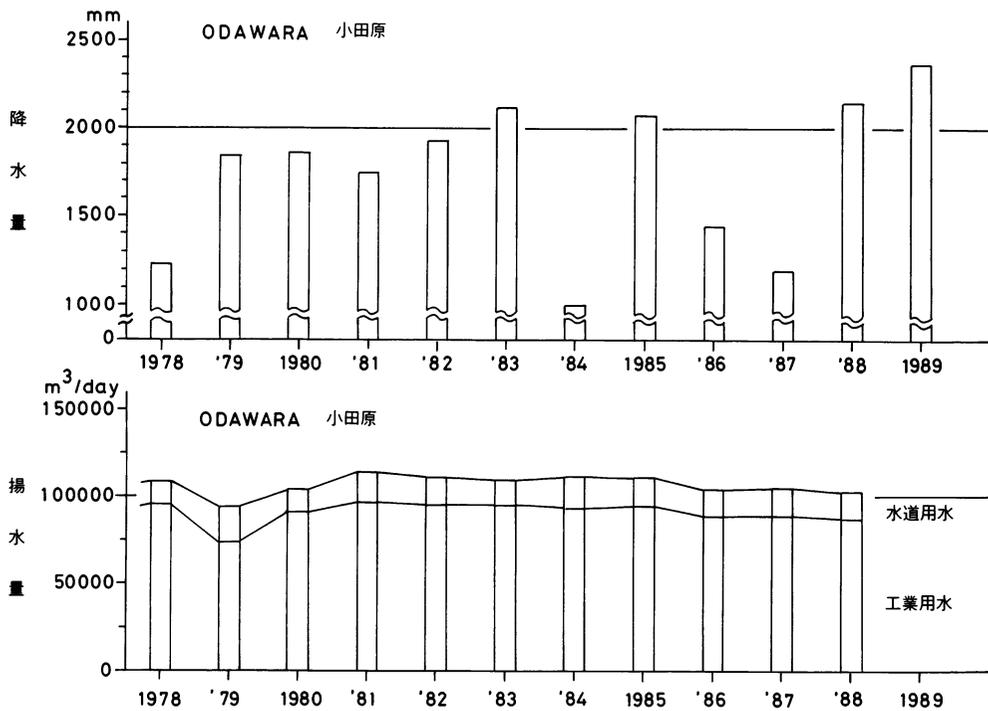


図5 小田原市揚水量と降水量の経年変化

4 謝辞

本調査にあたり、現地調査および資料提供に協力していただいた各事業所、施設の方々に感謝いたします。また、長瀬和雄専門研究員、ほか研究部員、米山管理課長、ほか管理課の方々には調査を円滑に進めるため配慮いただいた。ここに感謝いたします。

5 参考文献

平野富雄、石坂信之、荻野喜作、横山尚秀、大木靖衛、栗屋徹、結田康一（1988）、足柄平野とその周辺地域の地下水の水質について、神奈川温地研報告、Vol.19、No.4、31-56.

山本莊毅（1983）、新版地下水調査法、古今書院

横山尚秀、荻野喜作、平野富雄、小沢清（1980）、足柄平野下流部の地下水について—足柄平野の地下水（その5）—、神奈川温地研報告、Vol.12、No.2、63-74.

横山尚秀、荻野喜作、平野富雄（1984）、足柄平野及び大磯丘陵の地下水位観測結果について（足柄平野の地下水その7）、神奈川温地研報告、Vol.15、No.5、73-84.

横山尚秀、平野富雄、荻野喜作、大木靖衛（1988）、足柄平野沿岸部の地下水塩水化調査結果（昭和61年度）、神奈川温地研報告、Vol.19、No.3、17-24.

横山尚秀、大木靖衛（1990）、足柄平野及び大磯丘陵の地下水位観測結果（昭和63年度）、神奈川温地研報告、Vol.22、印刷中