

仙台平野南部における地下水の塩水化からの回復状況調査

Field Survey on recovery situation from groundwater salinization in the southern part of the Sendai Plain

○石田 聡*・白旗克志*・土原健雄*・紺野道昭*・中里裕臣*

ISHIDA Satoshi, SHIRAHATA Katsushi, TSUCHIHARA Takeo, KONNO Michiaki, NAKAZATO Hiroomi

1. はじめに

宮城県仙台平野南部の沿岸域では、東日本大震災による津波でもたらされた海水の浸透によって地下水が塩水化したが、その後浅層に淡水層が形成されつつある¹⁾。このような淡水の利用可能性や塩水化からの回復状況を把握するため、本研究ではオールストレーナ井戸の塩水域と淡水域の境界部より上部に空気パッカーを設置して井戸内の地下水流を遮断し、淡水域のみから揚水するパッカー付き揚水装置を用い²⁾、現地の井戸において複数の条件（揚水深度や揚水量）で揚水試験を行った。

2. 研究方法

Fig.1 に今回用いた揚水装置の構成を示す²⁾。本研究では淡水の定義を、地下水の主な用途であったイチゴ栽培に適した塩分濃度（ECで70mS/m未満）とした。

揚水試験は農林水産省東北農政局が設置した浅層地下水の観測孔のうち19孔を対象に（Fig.2）、平成29年5月（①）、8月（②）、10月（③）、平成30年1月（④）に実施した。観測孔はオールストレーナ構造で、深度は10～15m（Kのみ27m）である。各試験では揚水前に孔内のECを深度1m毎に測定し、ECの鉛直分布を把握した。①～③の試験では原則としてパッカー設置深度を7mとし、淡水域と塩水域の境界がこれより浅い場合はその境界深度とした。揚水深度は原則として3mとし、2とおりのパッカー長（0.5mと1.0m）で実施した。④の試験ではパッカー深度を原則として5mとした（塩淡境界深度による調整は①～③同様）。揚水量は装置の最大揚水量（10L/min程度）としたが、水位降下が大きい場合は安定して揚水できる量に適宜調整するとともに、場合によってはパッカー設置深度・揚水深度を調整した。揚水時間はそれぞれ10分間とし、試験中は地下水位および揚水した地下水のEC、pH、DO、ORP、水温を適宜測定した。

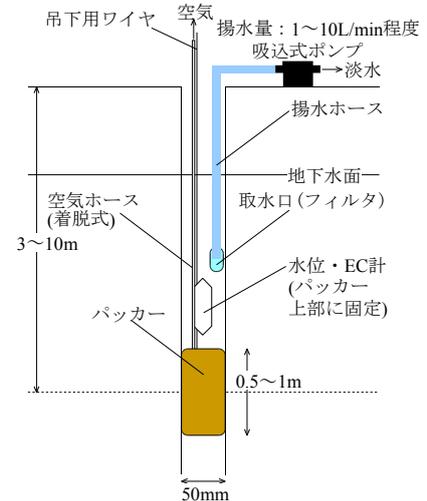


Fig.1 揚水装置構成図
Construction of pumping system

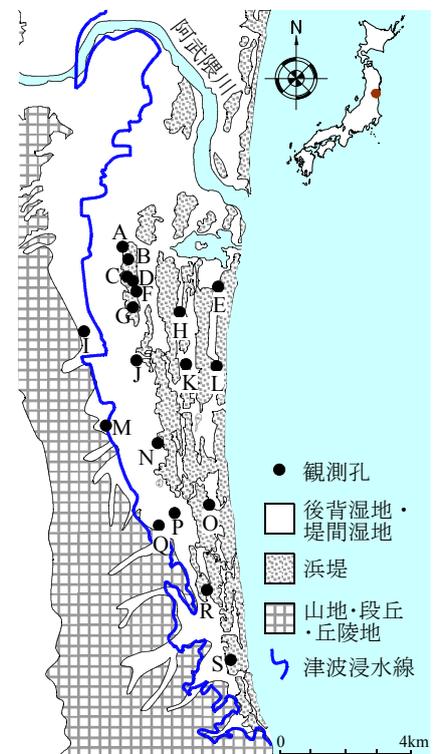


Fig.2 観測孔位置図¹⁾
Location map of observation wells

* 国立研究開発法人 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：地下水，パッカー，塩水化，アップコーニング，水質

3. 結果と考察

Table1 に揚水試験結果を示す。揚水量および EC は揚水終了直前（揚水開始 10 分後）に記録された値である。このうち C 地点は水位降下が大きく、安定した揚水が困難であったので考察の対象外とした。

19 孔のうち後背湿地西縁に位置し、地下水が塩水化していなかった¹⁾I, M, Q 地点については事前検層で塩水域が確認されず、揚水した地下水の EC も 70mS/m 未満であった。また J 地点は孔底に 70mS/m を超える EC が 1 度だけ観察されたが、揚水した地下水の EC は 70mS/m 未満であった。これらの地点では深度 7m 以浅の井戸で淡水地下水が利用できる可能性が高いと考えられる。

上記 4 地点よりやや海岸寄り、浜堤列西端から後背湿地に位置する A, B, D, F, G, N, P 地点のうち、淡水域の厚さが 0 ~ 5m と比較的薄い地点（A, B, D, N, P）では殆ど

の場合、揚水した地下水の EC は 70mS/m を超えたが、パッカー深度を浅くすると低下した（N 地点では上昇しているが、このときは揚水前の EC がそれまでより高かった）。これらの地点では現時点では淡水地下水の利用は難しいが、井戸深度を浅くするほど、低い EC の地下水が得られると考えられる。一方、淡水域の厚さが 5m を超えていた地点（F, G）では揚水した地下水の EC は常に 70mS/m を下回った。これらの地点では、今回設定した揚水深度・揚水量であれば、淡水地下水が利用できる可能性が高いと考えられる。

これらより海岸寄りの浜堤・堤間湿地に位置する地点（E, H, K, L）では淡水域の厚さが薄くなり、排水路に隣接している K 地点以外では揚水した地下水の EC は平均で 70mS/m を超え、パッカー深度を浅くしても低下しなかった。このことは、今回設定した揚水深度・揚水量では淡水の揚水が難しいことを示していると考えられる。

調査区域南部の O, R, S 地点では、淡水域の厚さが 5m に満たないが揚水された EC が平均で 70mS/m を下回る地点（O, S）がある一方、孔内の地下水はほぼ淡水であるが、揚水した地下水の EC が 70mS/m を超える地点（R）が見られ、地下水の回復度は一概には判定しにくい。またパッカー長の違いによる揚水結果への影響は見いだせなかった。

全体的な傾向としては、内陸側の地点ほど淡水地下水の利用可能性が高いと考えられるが、地点毎の相違もかなり見られる。今後も地下水の回復度を把握していくためには、定期的な調査の継続が望まれる。

謝辞 本研究の一部は住友財団環境研究助成、JSPS 科研費 18K05890 の支援を受けて実施した。また揚水装置の作成にあたっては、(株)アオイテックの大久保昌明氏、津坂喜彦氏にご協力頂いた。ここに感謝の意を表す。

引用文献 1) 東北農政局（2015）、海岸地域における地下水調査「東北地区」（H23～H26）調査報告書、19-20.、2) 石田ほか（2017）、日本地下水学会 2017 年秋季講演会講演予稿、166-169.

Table1 揚水試験結果
Results of pumping tests

孔名	P	I	①		②		③		P	I	④	
			V	EC	V	EC	V	EC			V	EC
A	7	3	10	181	10	159	10	172	5	3	7	70
B	10	9	8	102	8	93	8	92	8	4	5	63
C	10	9	1	77	2	185	2	63	-	-	-	-
D	7	3	10	164	9	139	2	130	5	3	2	89
E	5	3	10	87	10	78	10	67	3	2	1	70
F	7	5	9	48	9	47	9	44	5	5	3	41
G	5.5	3	10	31	10	33	10	26	4	3	8	16
H	7	3	1	115	10	151	9	143	5	3	10	137
I	7	3	-	-	5	31	5	32	5	3	8	32
J	7	3	10	57	9	54	10	54	5	3	9	40
K	4*	3*	10	46	5	38	3	33	4	3	4	36
L	7	3	10	81	10	85	10	96	5	3	10	112
M	7	3	9	65	9	62	9	58	5	3	9	37
N	7	3	10	76	10	104	10	104	5	3	9	164
O	7	3	-	-	10	55	10	83	-	-	-	-
P	7	3	10	80	10	99	10	71	5	3	4	52
Q	7	3	2	28	4	26	2	21	-	-	-	-
R	7	3	10	168	10	169	10	148	5	3	9	107
S	7	3	10	56	10	47	10	47	-	-	-	-

<70mS/m 70~200mS/m

①~④:試験時期(本文参照), P:パッカー設置深度(m), I:取水深度, V:揚水量(L/min), EC:単位 mS/m, *①のみそれぞれ 5,4m