

沿岸ハウス園芸地帯における地下水水質特性

高知大学農学部	正員	○ 藤原 拓
愛媛大学連合農学研究科	学生員	唐 心強
高知大学農学研究科	学生員	石川梨沙
高知大学農学部	正員	大年邦雄

1. はじめに

海岸付近のハウス園芸地帯では、過剰揚水にともなう地下水への塩水侵入に加えて、施肥による地下水汚染が危惧されている。本研究では過去に塩水化障害の生じた高知県春野町を対象として地下水水質調査を行い、水質特性を把握するとともに水質への影響因子について検討した。

2. 調査概要

調査は図 1 に示す高知県春野町東諸木地区および甲殿地区を対象に平成 11 年 11 月 18 日に行った。対象地区は、太平洋に面し、ハウス園芸および水稻栽培が盛んな農業地帯である。調査日の選定にあたっては、地下水水質への降水の影響が小さいことなどを考慮した。調査地点は図 1 に示すように、井戸 24 地点、感潮河川 3 地点（住吉橋、大曲橋、平和橋）および海水（戸原海岸）の合計 28 点とした。現地でも pH、水温、ORP、EC などの環境条件を測定するとともに、採水した試料はその後、DOC、各態窒素、各態リンおよびイオン類の分析に供した。なお、聞き取り調査によると、調査地域の井戸の大半はストレーナーの深さが地表面から 5m であった。

3. 結果および考察

図 2 にキーダイアグラムを、また、それに基づく各採水地点の分類結果および各分類の平均水質濃度を表 1 に示す。表 1 および図 1 より、炭酸塩硬度型に分類されたのは海岸から遠い山側の地点であり、これが当該地域の基礎となる水質と考えられる。 HCO_3^- の平均濃度が 120mg/L と高いのが特徴である。一方、非炭酸塩アルカリ型に分類されたのは、海岸付近に位置する W15、W20、W63 および井戸の採水深度が 10m と深い W23 および W68 であった。これらの地点では、塩水侵入による地下水の塩水化が生じており、平均 Cl 濃度が 150mg/L と高かった。中間型に分類されたのは上記 2 種類の井戸のおおむね中間に位置する井戸である。中間型の水質は炭酸塩硬度型と非炭酸塩アルカリ型の間の水質となっており、対象地

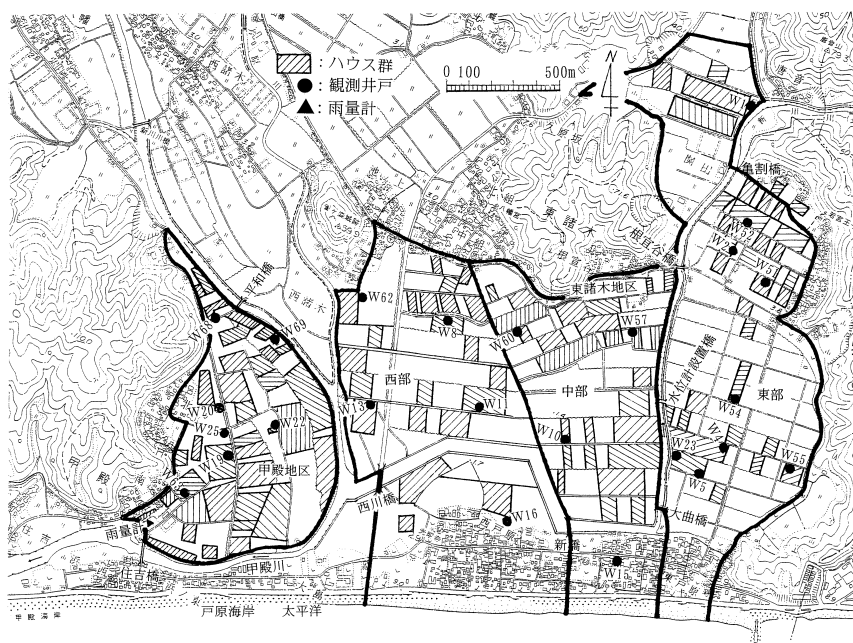
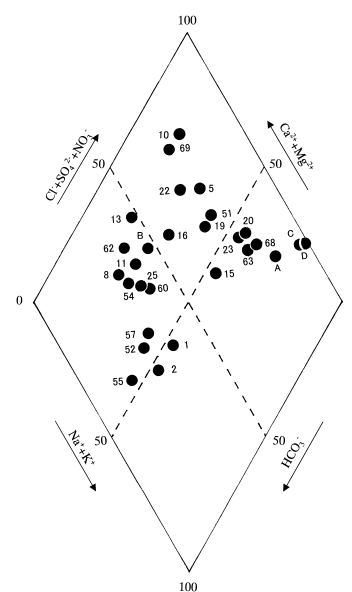


図 1 調査地域



A: 大曲橋 B: 平和橋 C: 住吉橋 D: 戸原海岸

図 2 キーダイアグラム

表 1 採水地点の分類および平均水質 (単位 mg/L)

分類	当該地点	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻ -N	HCO ₃ ⁻
炭酸塩硬度型	8,11,13,25,52,54,55,57,60,62	20.2	2.79	11.7	20.6	19.2	19.8	0.40	120
非炭酸塩硬度型	10,69	14.1	3.13	13.7	47.1	12.7	76.3	14.8	62.4
非炭酸塩 アルカリ型	15,20,23,63,68	85.2	5.15	17.1	27.1	150	38.4	1.31	93.0
中間型	1,2,5,16,19,22,51	25.6	3.38	6.77	23.9	27.8	28.3	4.19	75.2

域の基礎的な水質に多少塩水侵入による影響が加わっていると判断される。非炭酸塩硬度型に分類された W10 および W69 地点では、SO₄ イオンおよび NO₃⁻-N 濃度が平均 76.3mg/L および 14.8mgN/L ときわめて高い。この地点では Na 濃度や Cl 濃度は低いことから、NO₃ および SO₄ イオンによる汚染がなければ炭酸塩硬度型に分類されたと推測される。以上より、当該地域は塩水侵入の結果、海岸からの距離に応じて異なる水質特性を持ち、局所的に NO₃ あるいは SO₄ イオンによる汚染が加わっていると判断される。

図 3 に各態窒素濃度測定結果を示すが、硝酸性窒素は W10、W22 および W69 において 10mgN/L 以上と高い。上述したように、対象地域は塩水侵入と NO₃、SO₄ イオン濃度の上昇が複合的に生じている。そこで、塩水侵入の影響を除外する目的で「過剰イオン濃度」を次式で定義する。なお、生活排水の影響は小さいと考えられることから、地下水中の全 Cl イオンが海水に起因すると仮定している。

$$[M]_{\text{excess}} = [M] - ([Cl] \times [M/Cl]_{\text{sea}}) \quad (1)$$

ここに、[M]_{excess}：過剰イオン濃度、[M]、[Cl]：サンプル中の対象イオンおよび Cl 濃度、[M/Cl]_{sea}：海水中の対象イオン / Cl 濃度比。

図 4 に硝酸性窒素濃度と過剰 SO₄、Ca イオン濃度の関係を示す。なお、SO₄/Cl 比が海水のそれよりも低かった W1 および W55 のデータは解析から除外した。図より、硝酸性窒素濃度と過剰 SO₄、Ca イオン濃度の間には正の相関があり (r²=0.60 および 0.52) これら各イオン濃度の増加は同一の要因によると推察される。ただし、Ca イオンは炭酸塩化作用による溶出も考えられるため、硝酸性窒素濃度が低い条件でも高濃度となっている場合も見られる。施肥に起因する硝酸汚染の場合には、硫酸などの施用にともなう SO₄ イオンの増加、および硝化に伴う土壌酸性化を中和する目的で投入されるアルカリに起因する Ca イオンの増加が同時に生じることが多い。したがって、対象地においても施肥による影響を考え、各地域における園芸ハウスの面積比率と平均硝酸性窒素濃度の関係を示したものが図 5 である。図に示すように、園芸ハウスの面積比率の増加に伴い平均硝酸性窒素濃度は増加しており、SO₄、Ca イオンの増加も併せて判断すれば硝酸性窒素による汚染は園芸ハウスにおける施肥の影響が大きいと推定される。

4. おわりに

今後は、施肥の影響を定量的に把握するとともに、地下水流動も併せた検討を行う予定である。

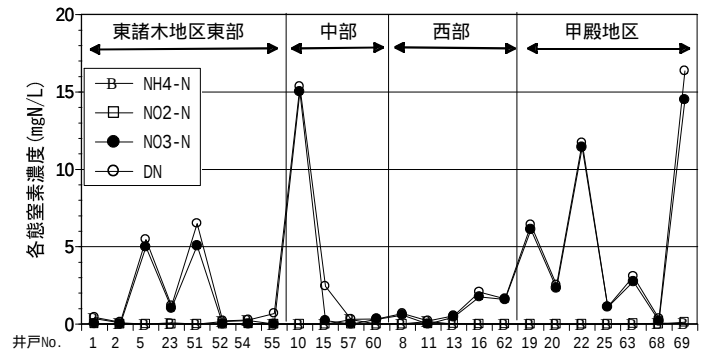


図 3 各態窒素濃度測定結果

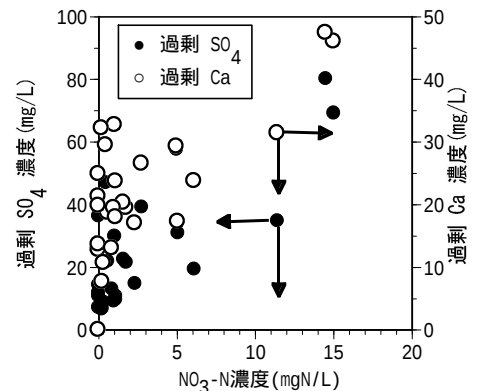


図 4 硝酸性窒素濃度と過剰 Ca、SO₄ イオン濃度の関係

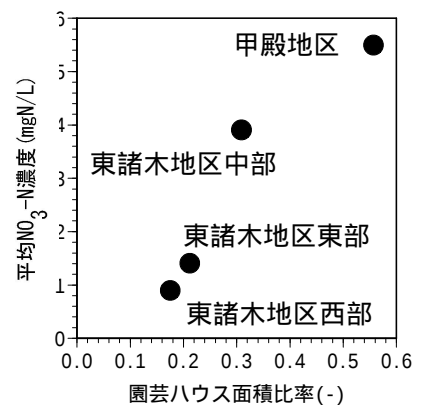


図 5 園芸ハウス面積比率と平均硝酸性窒素濃度の関係