

興居島における地下水環境

(株)四電技術コンサルタント 正会員 ○井上清紀
愛媛大学地域共同研究センター 正会員 井内国光
愛媛大学工学部 正会員 柿沼忠男

1. はじめに 愛媛県興居島におけるこれまでの観測結果により、同島における地下水汚染としては、海岸付近における塩水汚染のみならず柑橘類の栽培が盛んであることからこれら柑橘類へ施される肥料などの地下水への混入による汚染も存在するのを見出した。しかしながら本島は1991年9月に台風19号によって地表面から地下水中に海水が侵入する塩水化災害を被り、海岸部の地下水の水質は台風前と全く違ったものとなった。今回は主に台風による塩害とその後の回復状況について報告する。

2. 観測場所 興居島は松山市の沖合い約2kmに位置し、面積9.27km²の小島である。地質は花崗閃緑岩の基盤岩の上にシルト、砂層が広く分布している。地形は山林が圧倒的に多く、海岸部近くにわずかな平坦地があるのみである。気候は温和で農業が主に行われているが、水田はほとんどなく果樹栽培が盛んに行われ、伊予柑をはじめ温州みかんなどの柑橘類、桃、びわなどが栽培され、果樹園面積は島面積のほぼ4割を占めている。観測井は全部で37個ある。なお、1988年には由良地区及び門田地区に、また1989年には北浦地区および泊地区に上水道が設置され地下水の利用状況も以前とは違ったものとなった。

3. 自由地下水帯における海水侵入 台風以前(1985年8月～1991年8月)の資料に基づき、平年時における特性について述べる。図-1に由良地区の海岸付近の井戸における9年間にわたる塩化物イオン濃度と地下水位の経月変化を示す。この観測井では塩化物イオン濃度は1985年以来、水道水の基準を遥かに超える高い値を示し、水位と塩化物イオン濃度との間には逆相関がみられる。また、1988年の上水道設置後は水位の上昇傾向がみられる。

4. 台風9119号による被害 台風9119号は愛媛県内に大きな被害をもたらしたが、興居島も例外ではなく、住民には深い爪痕が残された。図-2に興居島北部の北浦地区(約50世帯)における海水侵入地帯を示す。この地区では27日19時過ぎから海水が断続的に防波堤を越えて住宅や倉庫を直撃し、約200m奥にあるミカン山まで襲った。その結果海

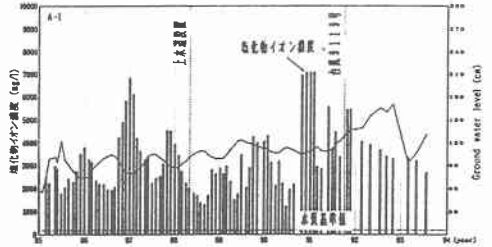


図-1 A-1における塩化物イオン濃度と重み付き移動平均法(15点)による地下水位の経月変化



図-2 北浦地区における海水侵入地帯

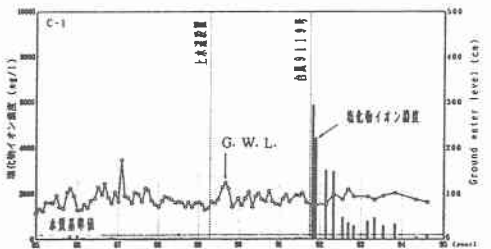


図-3 C-1における塩化物イオン濃度と地下水位の経月変化

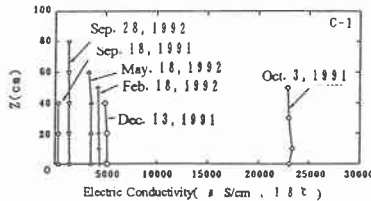


図-4 C-1における電気伝導率の鉛直分布

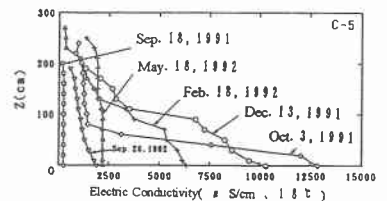


図-5 C-5における電気伝導率の鉛直分布

岸付近の住宅5棟、倉庫10棟が高波と強風で全壊し、農業も壊滅的な打撃を受けた。こうした大きな被害をもたらす原因となったのは、松山地方気象台観測史上最高の潮位を記録した高潮によるものが大きい。また台風にもなう降水量はさほど多くなく、大雨による被害はなかったと思われる。

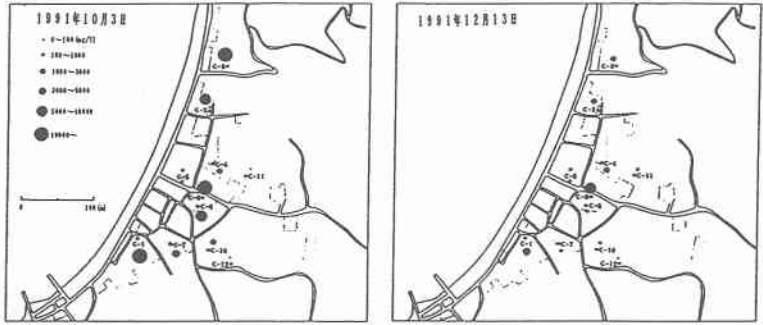


図-6 北浦地区における各井戸での表層における塩化物イオン濃度

5. 塩害の観測結果 図-3に北浦地区の海岸部C-1における井戸表面の塩化物イオン濃度および地下水位の経月変化を示す。台風襲来の6日後の1991年10月3日の観測では塩化物イオン濃度は台風以前の資料に比べて急激な増大を示し、以後、減少するが、1993年11月においても水道水の基準を超える高い値を示している。図-4にC-1における台風直前からの電気伝導率の鉛直分布を示す。台風直後は表面、底面とも電気伝導率は $2000 \mu S/cm$ をこえる高い値を示し、その分布型は強混合型である。その後の井戸底面と表層での減少はほぼ等しく強混合型を維持している。図-5にC-5における台風直前からの電気伝導率の鉛直分布を示す。C-5の台風直後は井戸底面で電気伝導率は高く、表層では低い緩混合型を示す。その後の減少については井戸底面での減少は緩やかである。C-1とC-5の濃度分布の違いは井戸の構造によるものと考えられる。C-1井は側面がコンクリートで覆われているのに対してC-5井は石積みの井戸である。したがって、C-1井では底面のみから供給され、一様な分布を示し、一方、C-5井では側面からも侵入するので、帯水層内の濃度分布を反映した分布を示す。図-6に北浦地区における各井戸での表層における塩化物イオン濃度の地域分布を示す。経時変化をみると台風による塩害の回復状況は個々の井戸で異なり、この地域の北側のC-2、C-3、C-4井戸はC-1、C-6、C-9の井戸に比べて塩化物イオン濃度の減少は井戸表層において速やかである。図-7にC-5における井戸内の表面、中層および低層での水質のヘキサダイアグラムを示す。各イオンとも各層において1991年10月と比べると1993年8月まではかなり減少している。同時刻における組成の層間の相違はあまりみられず、3者とも似た組成比を表す。各イオンについての減少の様子をみると、ナトリウムイオンがもっとも著しい減少を示している。塩化物イオンは各層で始めの間は増加傾向を示し以後、減少している。1992年3月以降塩化物イオンとナトリウムイオンが若干増えているが、これは過剰揚水による海水侵入によるものと思われる。

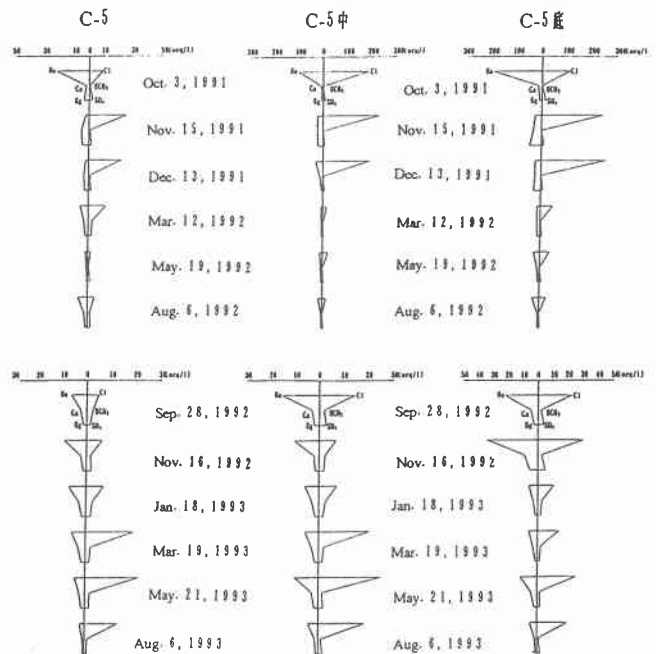


図-7 C-5における井戸内の表面、中層および低層での水質のヘキサダイアグラム