

5. 沖積平野の沿岸部における地下水調査事例

－土佐市新居地区を例にして－

An example of the Groundwater Investigation in the nearshore of alluvial plains

－An example in nii, Tosa-city area－

○宮地修一・土居範昭・須内寿男（構営技術コンサルタント 株式会社）

1. はじめに

高知県土佐市新居地区は、土佐湾沿岸部の狭小な沖積平野である。同地区では南海トラフの巨大地震による津波被害を軽減するため、海岸堤防に鋼管杭をカーテン状に設置し、堤防機能向上を図る耐震工事が計画されている（図-1）。

工事区間となる沿岸部では、地下水を利用したヒラメの陸上養殖が実施されている。耐震工事の鋼管杭は直径 1m で GL-20m 付近まで挿入し、それぞれを密着させず 0.18m 間隔でスリット状に配置される。この工事で完全に地下水を分断するわけでは無いが、地盤内への海水の浸入を抑制する状況になることから、揚水量減少や水質変化が起こり、養殖業への悪影響が懸念されている。そこで、耐震工事が地下水環境へ与える影響を評価するため、事前の地下水調査を実施している。本稿では、これまで実施した工事前の地下水調査によって得られた調査地の水理地質特性について検討した結果を報告する。

2. 地形・地質

2.1 地形

調査地は仁淀川河口の西側に位置し、山地・斜面が海岸に迫る狭小な平野で、砂州・砂堆に区分される（図-2）。国土地理院(2006)²⁾によれば、新居地区の砂州・砂堆は、仁淀川と沿岸流によって運搬された砂礫からなり、標高は約 7m 程度で、仁淀川から西へ向かうほど、徐々に高度を下げてくる（図-3）。

2.2 地質

高知県(1979)³⁾によれば、調査地の地質は、四万十帯北帯の泥岩および泥岩がち砂岩との互層(al₁)を基盤岩とし、それを覆って「砂・礫(sg)」が分布している。また、国土地理院(2006)²⁾によれば、粘性土が表層に分布し、その下位に砂礫層が比較的厚く堆積しており、主な帯水層は下位の砂礫層が考えられる。

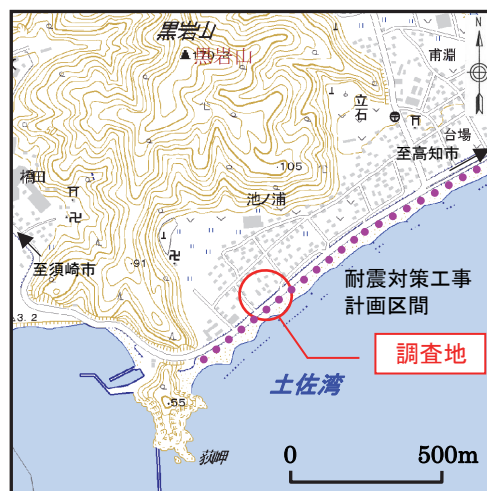


図-1 調査地周辺の概要
(国土地理院地形図¹⁾に加筆)

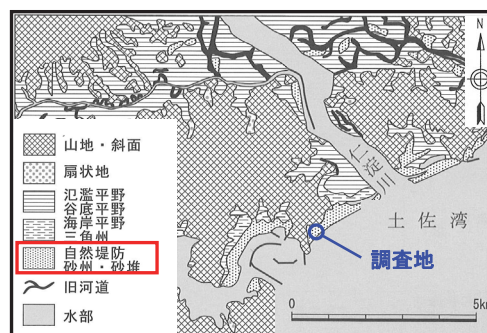


図-2 調査地周辺の地形概要図²⁾

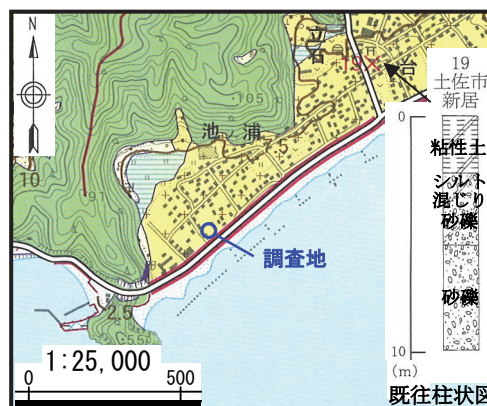


図-3 調査地周辺の土地条件図²⁾

土質は、砂は中～粗砂を主体とし、礫は直径5～10cm程度の円礫を主体としている。

3. 水理地質特性

3.1 地盤構造

調査地の地盤は砂礫を主体とする(図-4)。土質は表層より、中～粗砂を主体とする礫混じり砂(As-1)、直径2～10mm程度の円礫と中～粗砂を主体とする砂質礫(Ag-1～3)、細粒分を多く含み細砂を主体とするシルト質砂(As-2, 3)であり、全体として上方粗粒の堆積構造(海退)を示している。土質境界は山から海に向かって2～3°程度で緩やかに傾斜している。地下水利用が行われている主な帯水層は、Ag-2, Ag-3の2層で、層厚はそれぞれ3～4m, 5m程度である。透水性は全体的に低い程度で、透水係数はAg-2層で $k=1.35 \times 10^{-3}$ [m/s], Ag-3層で $k=4.30 \times 10^{-6} \sim 7.24 \times 10^{-6}$ [m/s]であった。

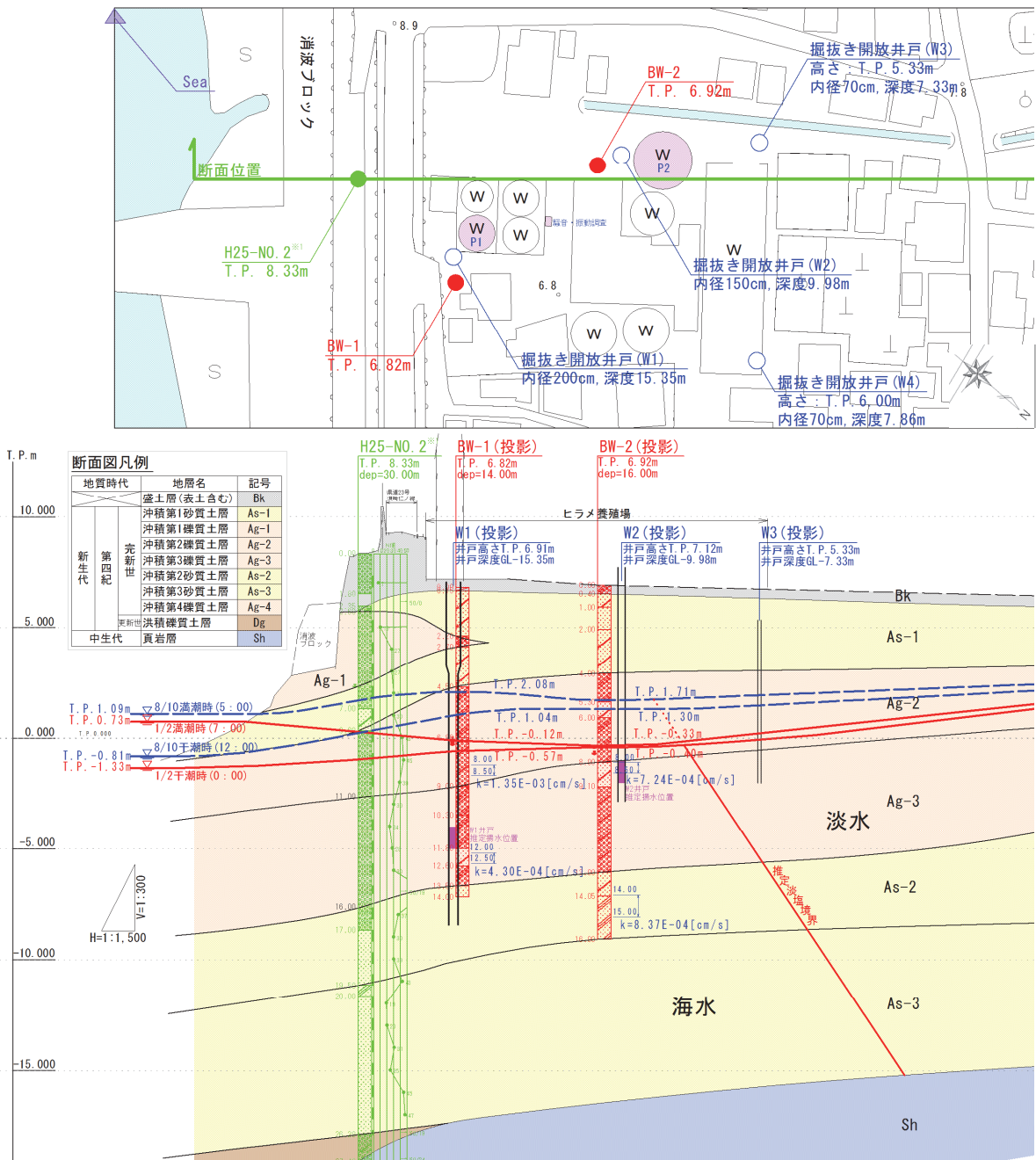


図-4 水理地質断面(SV=1:300, SH=1:500)

3.2 地下水位と潮位・降水量の関係

降水量の少ない2014年1月1～3日のBW-1の地下水位は、水位振幅が潮位の約40%、位相は約2時間遅れである。一方、BW-2の地下水位は、水位振幅が潮位の約30%、位相は約3時間遅れである(図-5の上図)。BW-1孔とBW-2孔の海岸線からの最短距離は、それぞれ約20m、約33mであり、海に近いBW-1孔の方が潮位に対する応答性がよい。

一方、台風11号の影響を受けた降水量の多い2014年8月8～10日の地下水は、BW-1、2の潮位に伴う地下水変動特性はほぼ同じであるが、降水量が100mmを超えてくる8月9日の16時頃から水位は徐々に高くなり、降水量の少ない時期と比較すると、最大で1.5m程度高くなっている(図-5の下図)。

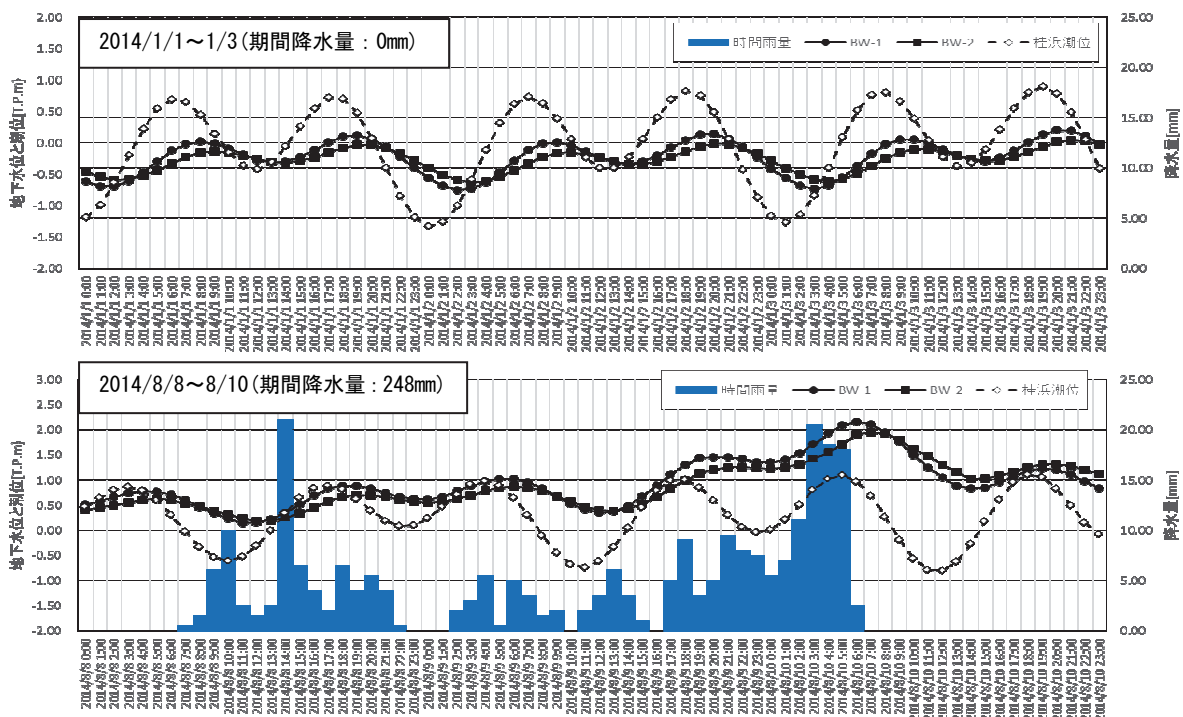


図-5 地下水位と潮位及び降水量の関係

3.3 塩分濃度と降水量の関係

調査地の既設井戸(W1はBW-1、W2はBW-2にそれぞれ対応)と海水の塩分濃度は、W1が3200～16000mg/L、W2が1300～13000mg/L、海水(sea)が9500～19000mg/Lで、降水量の増加とともに塩分濃度も低下している(図-6)。またW1の塩分濃度は海水(sea)の34～84%、W2は同14～68%となっており、海に近いW1の方が高くなっている。なお、4～6月のW1とW2の塩分濃度が同じ値で推移しているのは、養殖事業の関係でW2の揚水量を削減し、W1とW2

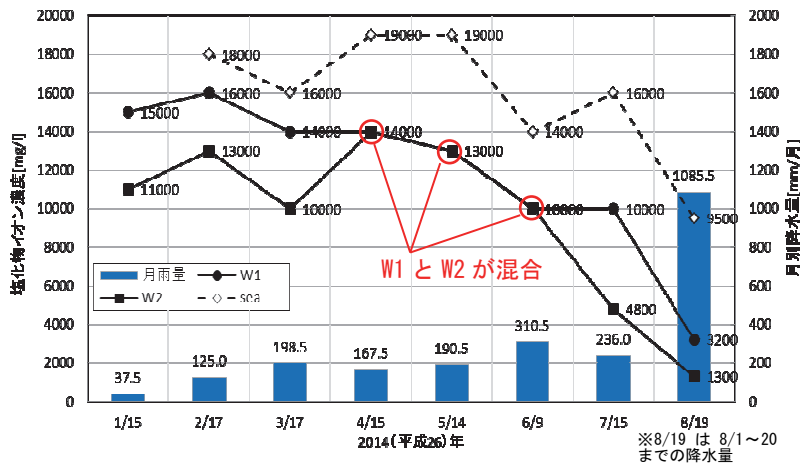


図-6 既設井戸と海水の塩分濃度の推移

の地下水を混合しており、各地点の塩分濃度を反映したものではない。

また、30日間の前降水量（採水日を含めた過去30日間の累積降水量）と塩分濃度の関係は、データ量が少なくバラツキがあるものの、よい相関を示している（図-7）。この地下水の塩分濃度は、30日間前降水量が200～300mm程度まで急激に低下し、W1で海水の約60%、W2で同30%となり、それ以上の降水量では緩やかに低下している。これは累積降水量が少ない時は砂礫地盤への浸透量が多く、累積降水量が多くなると浸透量に加え流出量が多くなり、塩分濃度の低下が緩やかになっていると推察される。

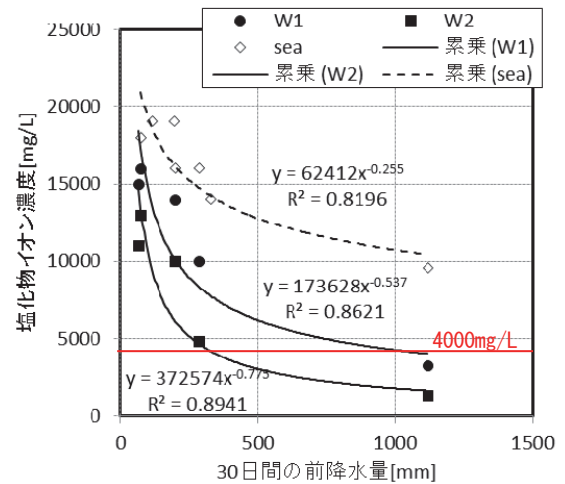


図-7 30日間の前降水量と塩分濃度の関係

4. まとめ

調査地の土質は砂礫を主体とし、海に近いBW-1 (W1)の地下水ほど、潮位との応答性が良く、塩分濃度も海水の30～80%程度であることが分かった。一方、BW-2 (W2)の地下水は、降水量が多くなると山側の地下水によって淡水化が進み、海水の10%程度まで低下している。また、集中降水時には海側のBW-1 (W1)の塩分濃度も低くなる状況にある。これは、現状でも、落合・田中(1998)⁴⁾の「ヒラメのふ化仔魚でも生存可能な塩分濃度4‰(塩化物イオン濃度≒4000mg/L)」を大きく下回る状態である。図-7の近似式で予測すると、W1地点では30日間の前降水量が1000mm、W2地点では同300～400mm程度で、ヒラメ養殖への悪影響が生じる可能性があるかと推察される。

5. おわりに

これから、調査地の東側より海岸堤防の耐震工事が進んでくることから、既設井戸の地下水への海水の混入量が減少する可能性が高くなると思われる。今後は、地下水データの蓄積を継続し、地下水位や水質の季節変化や降水量との相関等を明らかにし、現況の地下水特性を把握した上で、耐震工事による地下水環境への影響予測とその対策を検討する予定である。

最後に、この様な有意義な経験の場を与えていただいた高知県土木部中央西土木事務所の方々に、ここに記して感謝の意を表します。

【参考・引用文献】

- 1) 国土地理院ホームページ：地理院地図(電子国土Web), <http://portal.cyberjapan.jp/>
- 2) 国土地理院(2006)：1:25,000 土地条件図「土佐高岡」
- 3) 高知県(1979)：土地分類基本調査「須崎」5万分の1, 薄冊, pp.15
- 4) 落合明・田中克(1998)：新版魚類学(下), 恒星社厚生閣