第Ⅱ部門 ²²²Rn トレーサー法を用いた大阪湾における海底地下水湧出の実態把握

- 大阪大学工学部 学生会員 〇大城光
- 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 次田幸平
- 大阪大学大学院工学研究科 正 会 員 西田修三
- 大阪大学大学院工学研究科 正 会 員 中谷祐介

1.はじめに

海底地下水湧出による栄養塩供給が,沿岸域や閉鎖性水域における栄養塩の循環や一次生産に重要な役割 を果たしていることが明らかになってきた.しかし,大阪湾における海底地下水湧出に関する研究は非常に少

ない.本研究では、大阪湾における海底地下水湧出の実態を把握 するために、²²²Rnをトレーサーとして用いることによって、湧出 域の分布及び湧出量の推定を行う.

2. 現地調査

調査地点の位置を図-1に示す.現地調査は2014年12月15日,12 月23日に実施した.調査地点において表層,中層,底層の採水を 行うとともに,水温,塩分の鉛直プロファイルを測定した.試料 水は実験室に持ち帰り,溶存態窒素,リン,ケイ素の分析と²²² Rn 濃度を測定した.

また、大阪湾沿岸付近の陸域地下水と、淀川河川水の採水を 2015年2月3日に行い、同様の水質分析を行った.淀川では淡水域 で採水し、地下水は揚水施設において汲みあげ直後の水を採水し た.河川水、調査地点、及び地下水の²²²Rn濃度、DIN濃度、PO4-P濃 度、SiO2-Si濃度を表-1に示す.河川水と調査地点の²²²Rn濃度に比 べ、地下水の²²²Rn濃度は10~100倍ほど高く、SiO2-Si濃度も5~10倍 ほど高かった.

3. 大阪湾における底層水中の²²²Rnの起源推定

図-2 に全調査地点における底層水の ²²²Rn 濃度と塩分の関係を 示す. 図中の破線は,最も高塩分値を示し,外洋 水の影響を強く受けていると考えられる St.28 の 底層水と,陸域地下水や淀川表流水との混合曲線 を示している.海域への ²²²Rn 供給経路としては, 514 5121 500

河川表流水及び海底地下水湧出が考えられる.大阪湾における底層水中の²²²Rn 濃度は,表-1より

0 4km 御前浜 5t.1 5t.6 大甲7イランド 5t.8 5t.2 5t.3 5t.1 5t.2



図-1 調査地点

表-1 現地調査結果

	DIN (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	SiO ₂ -Si (mg/L)	²²² Rn (Bq/m ³)
St.1~St.34	0.089~3.06	0.014~0.18	0.331~3.215	12.9~571
河川水	1.56	0.032	6.5	185
地下水	1.913~4.26	0.01~0.04	10.64~35.32	1496~6736

12.9Bq/m³から 571Bq/m³の範囲を示し、それらは図-2 に示す混合曲線のうち、底層水中の陸域地下水との混合曲線付近にプロットされていることより、大阪湾における底層水中の ²²²Rn 濃度は海底湧水によって供給されていると考えられる.

4. 海底地下水湧出分布の推定

現地調査によって得られた水温,塩分,水質濃度(DIN, PO₄-P, SiO₂-Si, ²²²Rn)を用いて,河川水の影響が少ない調査地点の底層 水を対象として主成分分析を行った.その結果,²²²Rn 濃度, DIN 濃度, PO₄-P 濃度, SiO₂-Si 濃度,塩分との相関が大きい第1主成 分が得られた.その寄与率は 84.1%と高いことから,大阪湾の 淀川河口域を除いた水質は,第1主成分でその特性を概ね集約 できる.

第1主成分の水平空間分布を図-3に示す.第1主成分は湾奥部から湾口部に向かうにつれて,徐々に減少する傾向にあった.このことから,第1主成分は海底地下水湧出の影響を表す主成分と考えられる.第1主成分の高い北部港湾域では地下水が湧出している可能性が高いことが示唆される.

5. 鉛直一次元拡散モデルを用いた海底地下水湧出量の定量化

図-1 に示す St.5, St.12, St.22, St.27, St.33 において ²²²Rn 濃度 の鉛直分布を測定したところ,人工島近傍の St.5 以外の 4 地点 において,表層で低く,中層,底層で高くなるといった分布が 得られた.一般に,沿岸域における²²²Rn濃度は,大気への散逸, 移流による横流入,親核種である ²²⁶Ra の放射性崩壊による生 成,²²²Rn の放射性崩壊による減衰,鉛直拡散,海底堆積物から の拡散によって決定される.そこで,鉛直一次元拡散モデル¹⁾ を用いて,観測結果で得られた ²²²Rn 濃度の鉛直分布が再現さ れるような海底境界条件を逆推定することで,地下水湧出量の 推定を行った.湧出量の推定には現地調査で得た ²²²Rn 濃度の 鉛直分布,陸域地下水の ²²²Rn 濃度を用いた.このモデルでは 海底堆積物からの拡散による ²²²Rn 供給は無視している.

図-4 に St.12 における,²²²Rn 濃度の鉛直分布について, 観測 結果とシミュレーション結果を示す. 逆推定の結果, St.12 にお ける海底地下水湧出フラックスは 2.2cm/day と見積もられた. この値は大阪湾における梅澤の既往研究 ²⁾と比較して, 同等の 値であった. 今後, 大阪湾全体に拡大し, 総湧出量の定量化を 行う予定である.

[謝辞] 本研究の一部は、大阪湾広域臨海環境整備センターより 助成を受けて実施しました.ここに記して謝意を表します. [参考文献]

(1)尹鍾星他(1993):閉鎖性水域における鉛直一次元水温成層モ デルに関する一考察,水工学論文集

(2)梅澤有(2008): ²²²Rn を用いた大阪湾への地下水湧出量・栄養 塩負荷量の定量評価,大阪湾広域臨海環境整備センター講演要 旨集



図-2²²²Rn 濃度と塩分の関係







図-4 観測結果及び計算