

河川感潮域における青潮および悪臭発生原因調査

山守英朋, 岡村祐里子, 中島寛則, 平生進吾, 鷺崎巳和*, 熊崎文菜*

Research on Generation Mechanism of Green Tide and Odor in Tidal Area

Hidetomo Yamamori, Yuriko Okamura, Hironori Nakashima,
Shingo Hirao, Miwa Suzaki*, Ayana Kumazaki*

名古屋市を流れる感潮河川の山崎川で、青潮、悪臭が発生しており、発生原因調査を行った。河床が朔望平均干潮位より低い3地点にて、四半期ごとに多項目水質計を用いて層別の調査を行った。その結果、全ての地点で、夏季に貧酸素水塊が形成されて、それが冬季にかけて徐々に解消していること、貧酸素水塊の形成に伴って硫化物イオンが生成していることが分かった。また、地点間の関係では、忠治橋（最も下流側の調査地点）と青峰橋・山崎橋とでは、潮位変動に伴う ORP、溶存酸素、塩分の変動が異なっており、忠治橋と青峰橋との間の河床が高くなっている地点が、水の交換を悪くし、その上流側の水質悪化の一因となっている可能性が考えられた。

はじめに

2014 年の冬季に、山崎川中流部にて、白い水が流れていると市民から通報があったことに端を発し、単発的にその原因等調査や WEB カメラによる川面の観察を行ってきた。その結果、原因物質が粒子状硫黄であること、中流域～下流域の河床付近はかなり嫌気的な雰囲気であること、潮の干満の影響を受けて白濁が発生していること、発生場所は名鉄名古屋本線直下の落差工（河口より約 4.9 km）より下流側であること、悪臭を伴う場合があることなどが明らかとなっていった。

本報告では、名鉄名古屋本線直下の落差工より下流側の3地点において、多項目水質計による層別調査および化学分析による硫化物の測定等を行い、青潮および悪臭の発生原因について検討した。

調査概要

1. 調査河川の概要¹⁾

山崎川は、千種区平和公園内の猫ヶ洞池より、東部丘陵の西縁に沿って南西に流下して名古屋港に注ぐ、総延長 13.6 km、流域面積約 26.6 km² の河川である。

晴天時は、猫ヶ洞池、鏡池、地下鉄川名駅構内からの地下水、五軒家川からの流入水と、山崎川に直接湧出する地下水が、上流～中流域で流入している。それ以外は、下流部に位置する山崎水処理センターの放流

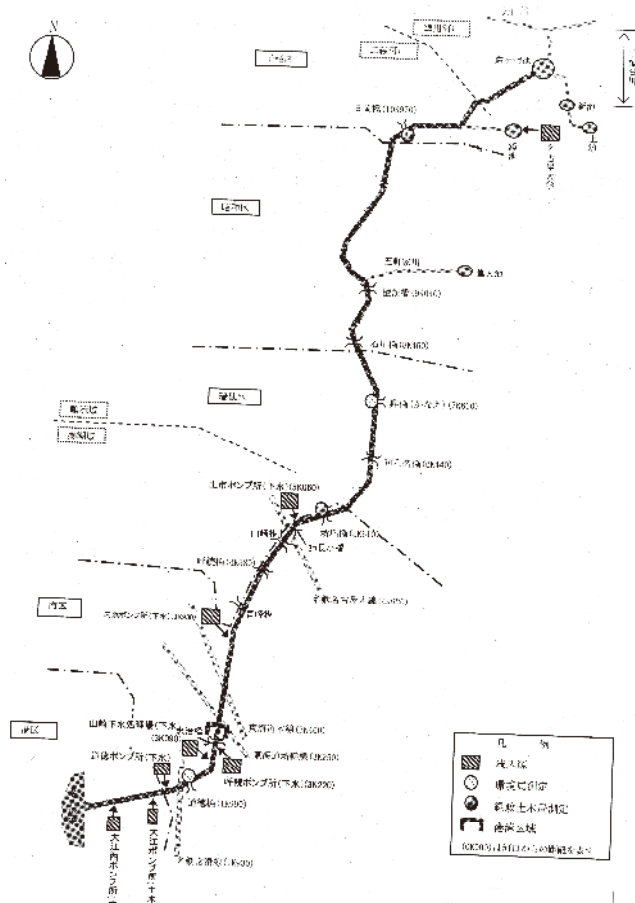


図1 山崎川の概要

*名古屋市緑政土木局 河川計画課

水があるのみである。

1988 年から中流～下流域で河川改修が行われており、河床は、名鉄名古屋本線直下の落差工辺りまで、朔望平均干潮位を下回っており、ほぼ常時海水が遡上している。また、可和名橋付近で河床高が、朔望平均満潮位となっていることから、落差工を超えて、海水が遡上することもある。（図 1）

2. 調査日および調査場所

水質の季節変動を把握する目的で、2015 年 4 月 16 日、8 月 14 日、11 月 10 日、2016 年 1 月 20 日に 4 回調査を行った。そのうち、8 月 14 日は午前（A）と午後（P）の 2 回行った。

表 1 に名古屋地方気象台における調査 4 日前～調査日の降水量を示した。表 2 には、名古屋港における調査日当日の干潮時刻・満潮時刻および潮名を示した。

また、調査は上流側から山崎橋（河口から約 4.8 km）、青峰橋（約 4.2 km）、忠治橋（約 3.2 km）にて実施した。

表 1 調査日付近の日降水量²⁾

調査日	日降水量(mm)				
	当日	前日	前々日	3日前	4日前
4月16日	-	7.5	29.5	19.5	-
8月14日	0	20.5	0	-	-
11月10日	0.5	14.5	22.5	-	-
1月25日	0	0	0	-	-

*-は、該当現象による量がないことを表す

表 2 調査日の満潮干潮時刻および潮名³⁾

調査日	満潮		干潮		潮名	調査時刻
4月16日	4:16	16:18	10:16	22:33	若潮	13:40-15:40
8月14日	5:26	18:11	11:50		大潮	9:30-11:15 13:00-14:30
11月10日	5:14	16:53	11:07	23:22	中潮	14:10-16:30
1月25日	7:10	18:33	0:37	12:45	大潮	13:00-14:50

3. 調査項目

1) 多項目水質計

多項目水質計を用いて、表層から河床-0.5 m の深さまで 0.5 m 刻みで層別の水質調査を実施した。測定項目は、水温、pH、塩分、ORP、溶存酸素、濁度とした。

2) 水中の各態硫黄分析

多項目水質計と同様な水深にて、ハイロート採水器を用いて採水した。

粒子状硫黄は、空気と触れないように密栓して実験室に持ち帰った後、試料水 50 mL を 0.1 μm のメンブランフィルターでろ過し、メンブランフィルターをマイクロウェーブ分解法にて分解して、分解液中の硫黄を ICP 発光分光分析法にて定量した。

硫化物イオンは、ハイロート採水器で採水後、速やかに試料水 40 mL に対し、40%水酸化ナトリウム水溶液 4 mL を添加した後実験室に持ち帰り、イオン強度調整剤を添加し、イオン電極法にて定量した。

3) 現場大気中の硫化水素ガス分析

現場大気における硫化水素ガスの測定のため、テフロン管の先端にロートを装着したサンプリング管を、橋梁より河川水面に向け垂らし、川面の直上に設置した。サンプリング管内の空気を試料空気に置換後、テドラーバッグにサンプリング管の一方を接続し、河川表面付近の空気をテドラーバッグ中に、毎分 1 L で 10 分間吸引して試料採取を行った。実験室に持ち帰った後、液体アルゴンにて濃縮し、GC-FPD にて、大気中の硫化水素濃度を測定した。

調査結果

各測定地点における多項目水質計、及び化学分析結果を図 2～4 に示した。凡例はそれぞれの調査実施日を表し、春夏季は白色、秋冬季は黒色とした。

1) 各水質項目の季節変動

水温は全層で冬季が最も低温で、以下順に、春季、秋季、夏季の順に高くなっていた。また、春季は表層が高く、下層程低くなっていた。一方、秋季・冬季は表層が低く、下層が高くなっていた。ただし、冬季の忠治橋のみ、下流の水処理センターの排水の影響からか、表層でやや高くなっていた。

塩分はいずれの地点も水深 0.5 m で急激に増加し、下層になるにつれて更に増加していた。3 地点とも最下層は朔望平均干潮位より低いこともあり、常時海水が流入していることが確認された。また、表層付近は上流からの淡水の流入や、水処理センターの放流水の影響で、淡水化していることも確認された。

ORP は全地点で夏季に最も低下し、表層下 0.5 m 以深で負の値となっていた。秋季も夏季に比較的近い値を示し、各地点とも最下層から 1 m の範囲で負の値となっていた。一方、冬季および春季では増加し、冬季では全層で ORP が正の値を示した。春季では最下層で負の値となり、冬季に回復した水質が底層より悪化し始めていると思われた。

溶存酸素は夏季に最も低下し、表層下 0.5 m 以深でほぼ 0 mg/L となった。秋季には、忠治橋で水深 2 m、他の地点では水深 1 m でほぼ 0 mg/L となった。一方、冬季は最下層でも忠治橋で 3 mg/L を上回り、その他の地点で 1 mg/L を上回っていた。

粒子状硫黄 (S^0) と濁度は比較的類似した関係が得られ、夏季に両者は大きく冬季では小さかった。また、粒子状硫黄が高いと濁度は大きくなるが、その逆は必ずしも真とは言えなかった。これは最下層で認められており、底質等の舞い上がりが濁度に影響を及ぼしているためと考えられた。季節的には全地点とも夏季が最も高い値となった。

ただ、今回の調査では、全地点、全調査時期で、灰色の青潮が観察された。したがって、粒子状硫黄の測定値が 0.5 mg/L 程度でも、青潮として観察される可能性も考えられた。

水中の硫化物も全地点で夏季に検出されており、青峰橋および忠治橋では他の季節より大きかった。山崎橋では秋季の結果が最も大きかった。

以上より、春季～夏季にかけて気温の上昇とともに成層化して徐々に水質が悪化してゆき、底層に貧酸素水塊が形成される。一方、秋季～冬季の気温の低下とともに徐々に成層は解消され、底層にも酸素が行き渡ようになり、貧酸素水塊が解消されと考えられた。

貧酸素水塊が形成されると、海水中の硫酸イオンも、還元されて硫化物イオンとして水中に存在し、これが水中あるいは大気中の酸素で酸化されることで粒子状硫黄を生成すると考えられた。

2) 地点間の水質変動

ORP を比較すると、山崎橋と青峰橋では、通年で類似した変動パターンとなっているのに対し、忠治橋の春季および秋季では、全層において、青峰橋と比較して、よりプラスの値となっていた。

溶存酸素においても、忠治橋では、春季および秋季で、底層付近まで 3.5 mg/L 以上存在していたのに対し、山崎橋と青峰橋では、表層付近には存在していたものの、急激に低下し 1 m 以深では 0 mg/L 程となっていた。

底層付近の塩分を比較すると、忠治橋の塩分濃度と、青峰橋との差は 5.0 PSU (Practical Salinity Unit : 実用塩分単位) 程度あるのに対し、山崎橋と青峰橋での差は 1.0 PSU 程度であった。

以上より、層別の水質変動は、山崎橋と青峰橋では比較的類似しているが、忠治橋では異なっているように思われた。

忠治橋と青峰橋の間には、JR 東海道線の橋梁があり、同地点で橋梁工事が行われている関係で、河床掘削が計画高より高くなっている地点 (河口から約 3.5 km) があることが分かっており、このことがその上流部の水の入替わりを悪くする一因となって、水質の変化パターンが忠治橋と青峰橋で異なっている可能性が

考えられた。

とはいえ、忠治橋においても、夏季では ORP が負の値を示したり、表層下 0.5 m で溶存酸素が 0 mg/L 付近となっていることから、その下流から水質が悪化した海水が遡上している可能性も考えられた。

3) 現場大気中の硫化水素ガス

現場大気中の硫化水素について測定を実施したが、全ての地点、全ての季節で検出されなかった。加えて今回は現場付近で特に異臭を感じなかったこともあり、不検出であったと考えられる。次回以降、現場で臭いが感じられるタイミングでの調査を実施する予定である。

ま と め

今回の調査では、多項目水質計および化学分析の結果からは、全地点とも夏季に水質が悪化し、秋季、冬季となるにつれて徐々に回復していくことが分かった。したがって、このような水質の季節変動も、青潮や悪臭の一因と考えられた。

また、河口から約 3.5 km 地点に河床が高くなっている地点があり、潮位変動に伴う地点下流側の水質変動と、地点上流側の水質変動が異なっているように思われた。したがって、このマウンドにより、上流側で水の入替わりが悪くなっている可能性が考えられるため、次年度以降の動きについて解析していきたい。

今回の調査で最も下流側の調査地点の水質が、他の 2 地点と比較して良好と思われたが、夏季においては水質が悪化している。そのため、更に下流側に水質悪化要因があり、それが忠治橋の水質に寄与していることも考えられたため、次年度以降、最も下流側である名古屋港の水質変動との関係を解析する予定である。

文 献

- 1) 名古屋市 (環境局地域環境対策課, 環境局環境科学調査センター, 緑政土木局河川計画課) : 市内河川・ため池・名古屋港の水質の変遷, 平成 28 年 3 月
- 2) 気象庁 : 過去の気象データ検索
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 3) 気象庁 : 潮汐観測資料検索
<http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/genbo/index.php>
- 4) 名古屋市緑政土木局, 中日本建設コンサルタント (株) : 山崎川河川環境調査業務委託報告書, 2015 年 12 月

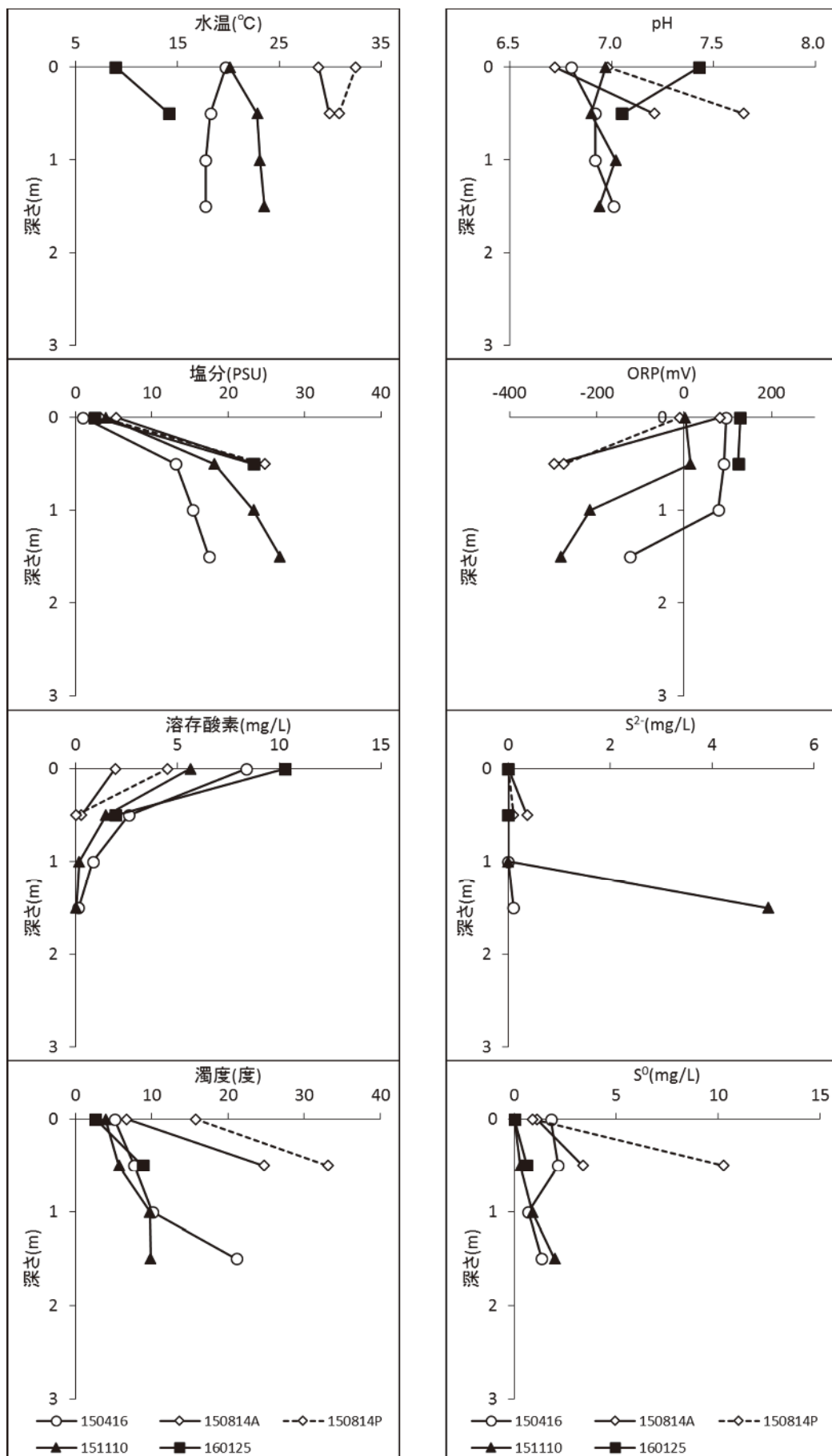


図2 山崎橋の層別水質測定結果

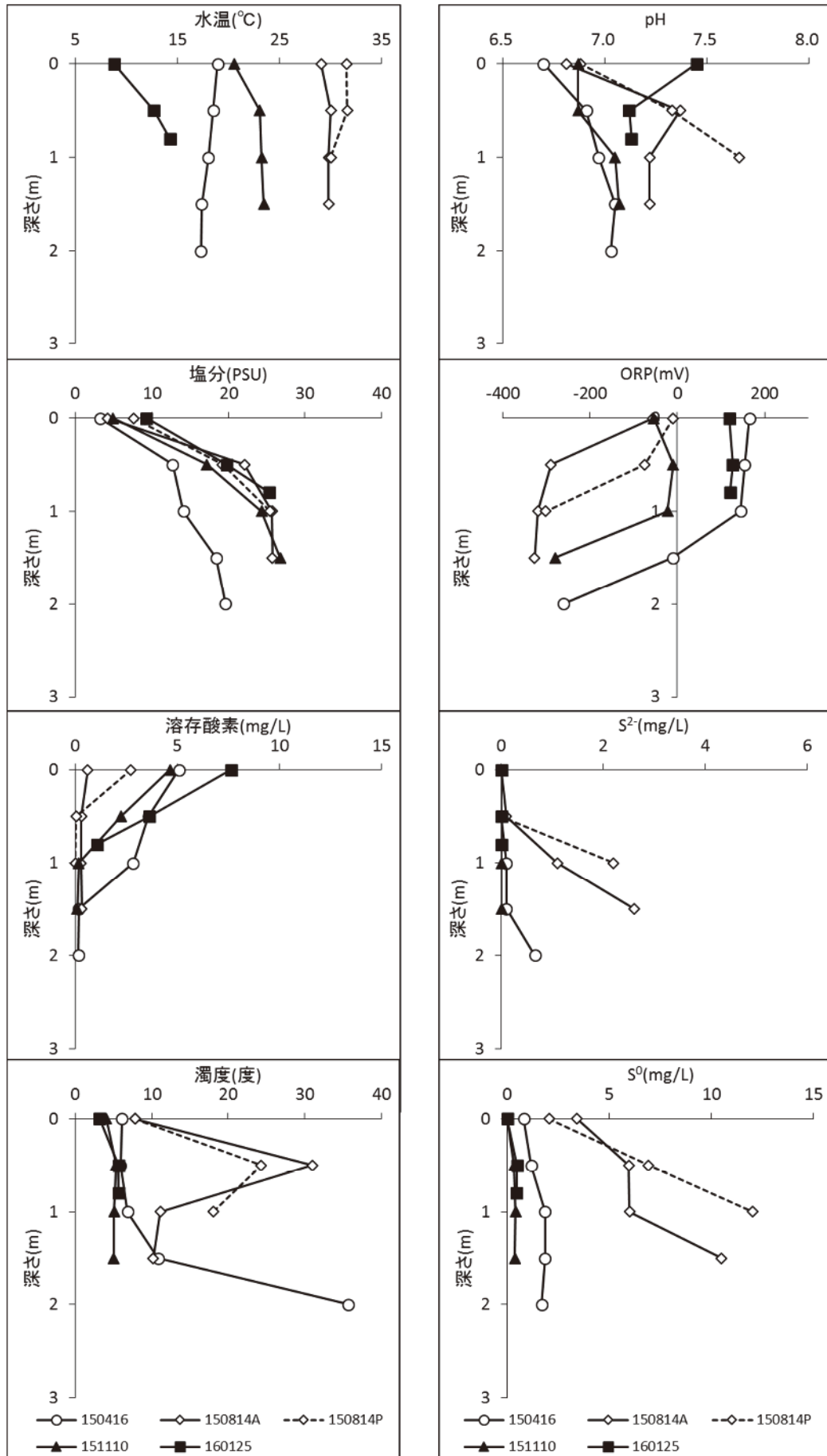


図3 青峰橋の層別水質測定結果

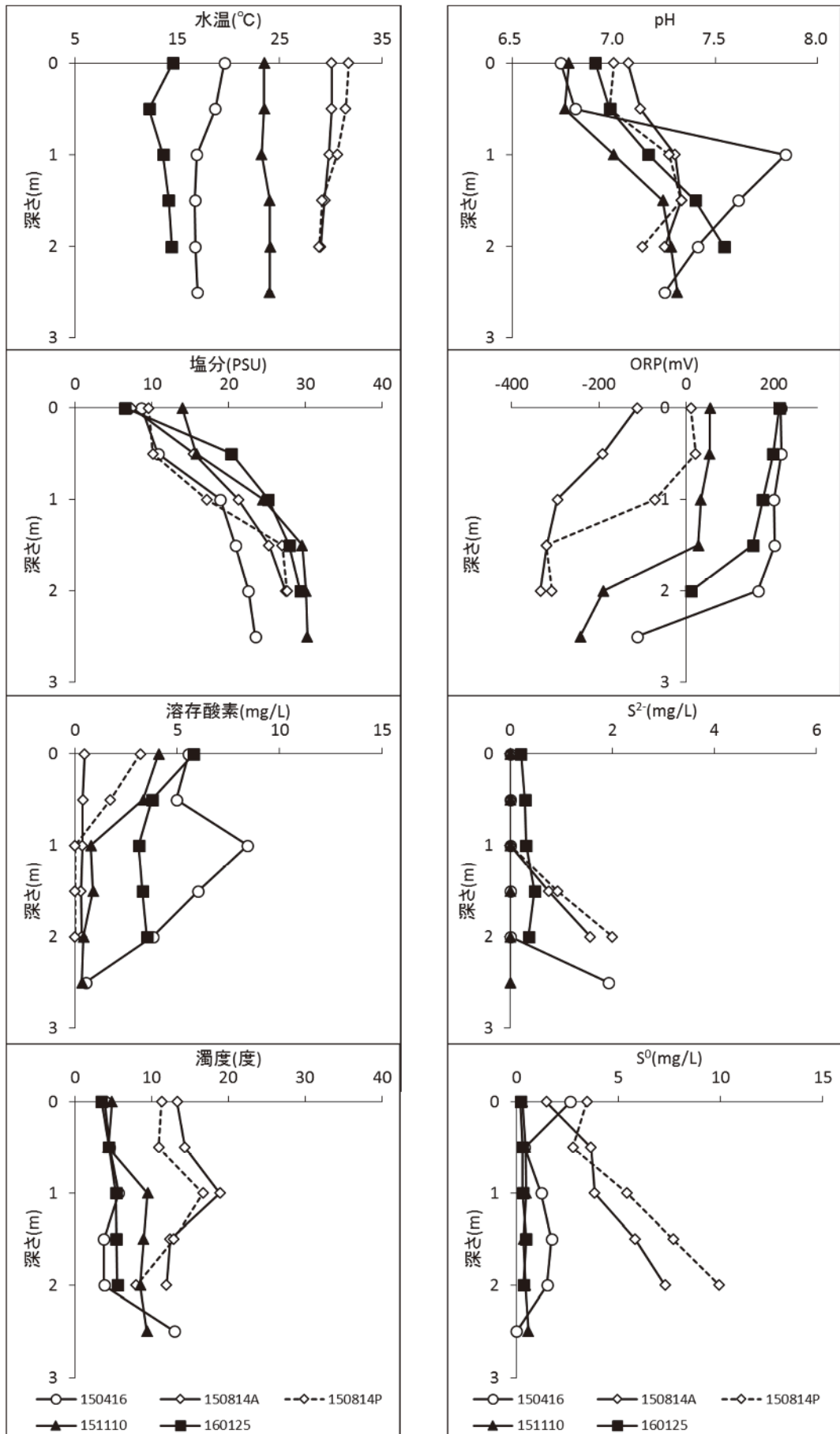


図4 忠治橋の層別水質測定結果