

VII-12 高松市における水道管の腐食および地下水質の調査・分析

香川大学工学部 学生会員 ○高橋 一将

香川大学大学院 学生会員 橋本美智子

香川大学工学部 フェロー 河原 能久

1. はじめに

地中に埋設された水道管の表面の腐食による管の劣化、老朽化が問題となっている。有効な水資源利用の観点からだけでなく、大地震への備えの意味からも、腐食の発生現象の解明は急務である。本研究では、高松市水道局が行ったダクタイル鋳鉄管の腐食状況と地下水質との関連性を明らかにし、高松平野において腐食の進行が懸念される地域を抽出することを目的としている。

2. 水道管の腐食深さと地下水質との相関

配水管として汎用的なダクタイル鋳鉄管では、水分と酸素の供給があれば、腐食はどのような環境でも発生し得る。金属内部での酸素濃淡電池による電子移動に伴い、電子と分かれた鉄イオンが表面から解離することを腐食と呼ぶ。腐食は周辺環境によってさらに促進される場合がある。例えば、還元性の水質で硫酸イオンを多く含有する環境でのバクテリア性腐食、pH4 以下の水質なら水素の発生を伴う腐食、また pH8 周辺で塩化物イオンと炭酸水素イオンを含有する水質の腐食等が挙げられる。そのため、促進環境ごとに分けて腐食状況と水質項目や土壌条件との関係を求める必要がある。

高松市水道局はH14、15 年度に 16 地点で道路を掘り起こし配水管腐食調査を行っている。その結果の一部を表 1 に示す。表 1 から、最大腐食深さには pH、硫酸イオンなどが影響していることが推測できる。なお、No.12 の地点では地下水は観測できなかった。表 1 中の腐食深さと pH の関係を図示したものが図 1 である。表 1 と図 1 より、腐食深さには pH の値や硫酸イオン濃度が強く関係していることが分かる。そこで、地下水を観測しなかった No.12 を除去して、変数増減法により最大腐食深さを目的変数とする多重回帰式を求めた。算定過程で、管周辺環境の項目から相関係数の低い順に土壌の比抵抗、ANSI 評価点数、埋設期間、酸度、アルカリ度、蒸発残留物を除去した。最終的に求めた回帰式は右の通りである。単位は最大腐食深さ(mm)、塩化物イオン(mg/l)、硫酸イオン(mg/l)としている。回帰式の決定係数は 0.71 であった。

表 1 腐食調査・分析結果

	最大腐食 深さ	埋設期間 (年)	pH	硫酸 イオン	塩化物 イオン
	(mm)			(mg/L)	(mg/L)
No.1	4.5	32	7.1	36	8.0
No.2	5.4	31	8.0	79	37
No.3	4.5	31	8.0	62	25
No.4	3.3	32	8.0	63	21
No.5	5.8	32	7.6	29	19
No.6	5.0	32	7.8	69	21
No.7	2.5	30	5.7	6.0	4.0
No.8	2.1	30	6.2	50	3.0
No.9	0.0	80	6.5	64	24
No.10	7.6	80	6.4	332	59
No.11	1.5	48	6.6	16	20
No.12	3.0	48	—	—	—
No.13	2.0	31	6.6	83	41
No.14	1.5	31	6.5	29	24
No.15	0.0	30	6.1	26	29
No.16	2.0	30	6.2	30	22

調査地点 No.1:岡田町 No.2:川崎町 No.3:西山町 No.4:中野町 No.5:橋本町 No.6:川崎町 No.7:宮
町 No.8:西郷町 No.9:幸町 No.10:太田町 No.11:仏生山町 No.12:須田町 No.13:上郷町 No.14:三宅町 No.15:
川崎町

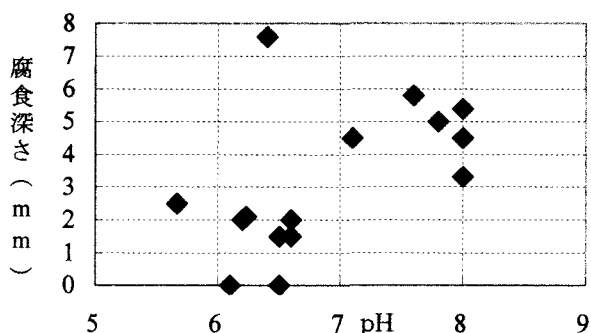


図 1 腐食深さと pH の関係

$$\text{回帰式: (最大腐食深)} = -8.015 + 0.0262 (\text{硫酸イオン}) + 1.606 (\text{pH}) - 0.0660 (\text{塩素イオン})$$

3. 高松平野における地下水質の分布

高松平野では不圧地下水面が地表面下2~4m程度に位置することが多く、調査した配水管は地表面下2~3mに敷設されているため、地下水面の変動を受けやすい。すなわち、配水管と接する不圧地下水の水質（溶存酸素含めて）が腐食に影響を与えていると考えられる。そこで、高松平野に点在する浅井戸 74 箇所において地下水位、水温、pH、電気伝導度、酸化還元電位、各種イオン含有量（ Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 HCO_3^- ）を観測・分析した。

前述のように、pH が 7 以上の地点において腐食が進行することから、夏季と冬季における pH の空間分布を調べた。その結果を図 2、3 に示す。これらより、高松平野の北部と西部の多数の地点において、年間を通して pH が 7 以上の値を示すことが分かる。この結果と表 1 における pH の高い地点とはほぼ一致する。また、夏季に比べ、冬季の方が pH の値は高くなっている地点が多い。ただし、pH が 7 より高くなっている理由は今のところ不明である。



図 2 pH の分布(夏季 2002.9)

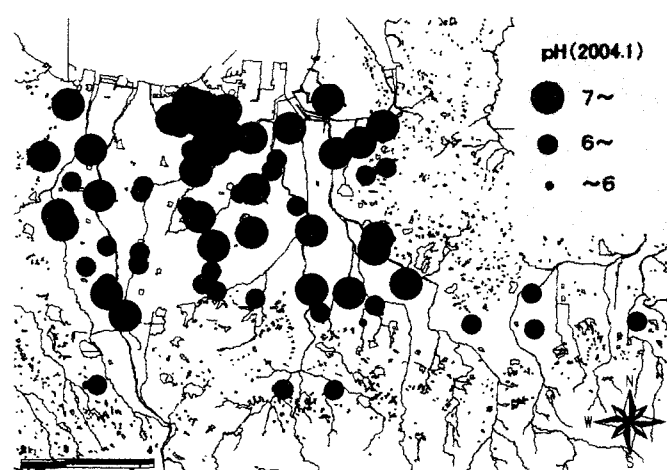


図 3 pH の分布(冬季 2004.1)

腐食深さには陰イオンが関係するものと推測される。回帰式の硫酸イオンについて、夏季と冬季における空間分布を図 4、5 に示す。夏季に比べ、冬季に高濃度が検出されていることが分かる。120 mg/L 以上という際立って高濃度な地点が、高松平野の沿岸部、内陸中央部と内陸西部で多数確認できる。また、硫酸イオン含有量が高い場合にはバクテリア腐食の可能性も疑われる。

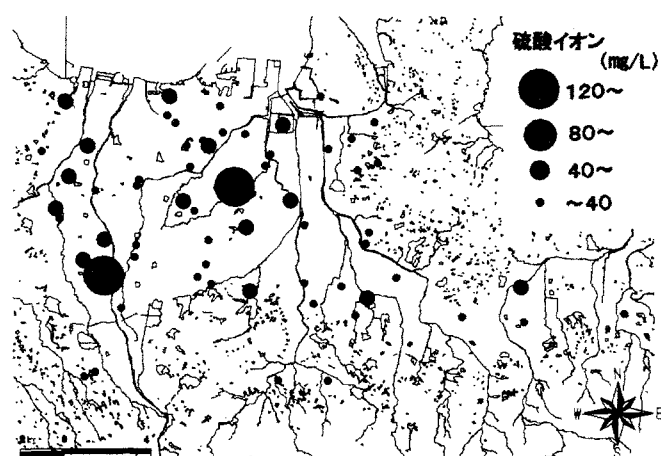


図 4 硫酸イオンの分布(夏季 2002.9)

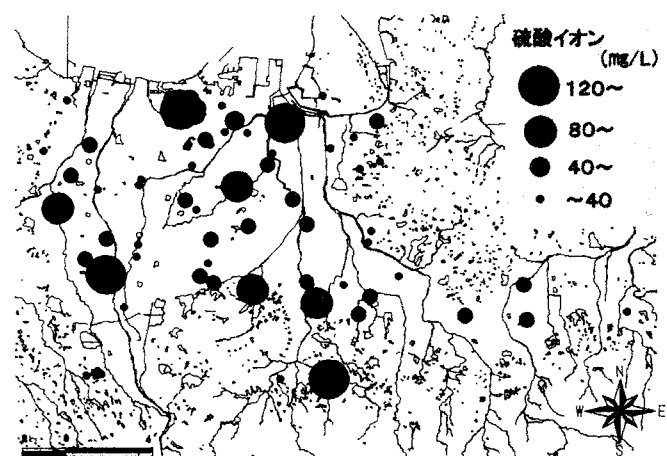


図 5 硫酸イオンの分布(冬季 2004.1)

謝辞：貴重なデータを提供頂きました高松市水道局に感謝の意を表します。