

# 鉄が底生生物に与える影響

井上 徹教（港湾空港技術研究所）

高伏 剛（株式会社東京久栄）

## 本研究の背景 1

鉄は必須微量元素として生物にとって重要な元素であるとともに (Bury and Grosell, 2003), 水域においては酸化還元反応において重要な役割を果たす物質としても知られている (Mortimer, 1942; Froelich et al., 1979). このため, 水中での鉄の循環や有効利用については, 多くの研究成果が蓄積されている (Sharma et al., 1997; Firer et al., 2008). 例えば, Kleeberg et al. (2013)は湖沼に鉄を散布し, 20年後にも堆積物からのリン溶出抑制効果がみられたことを報告している. Poulton et al. (2002)は室内実験により, 酸化水酸化鉄による海水からの溶存硫化水素の除去について検討している.

著者らは, 堆積物からのリン, 硫化水素, ヒ素などの溶出を防ぐ底質改善の目的での鉄材の利用について検討しているが (Inoue and Hagino, 2022; 内藤ら, 準備中), このような検討を進めるうえでは, 対象となる水域の生物への影響の有無を把握しておく必要がある.

## 本研究の背景 2

多量に存在する場合には弊害や毒性を指摘する報告がある。

### 1. 物理的な障害

Saaltink et al. (2017) : 湿地性の植物において、根の表面に鉄のプラークが沈積して表皮を損傷する。

Keller et al. (2012) : *Daphnia magna* について、粒子態の鉄は死亡を引き起こし、雌の産卵数および孵化する幼生の数を減少させる。

Gerhardt (1992, 1995) : カゲロウ幼虫の胸部および鰓に鉄が沈積し、また腸の閉塞を引き起こす。

Peuranen et al. (1994) : *Salmo trutta* の鰓に損傷が生じる。

### 2. 生化学的な障害

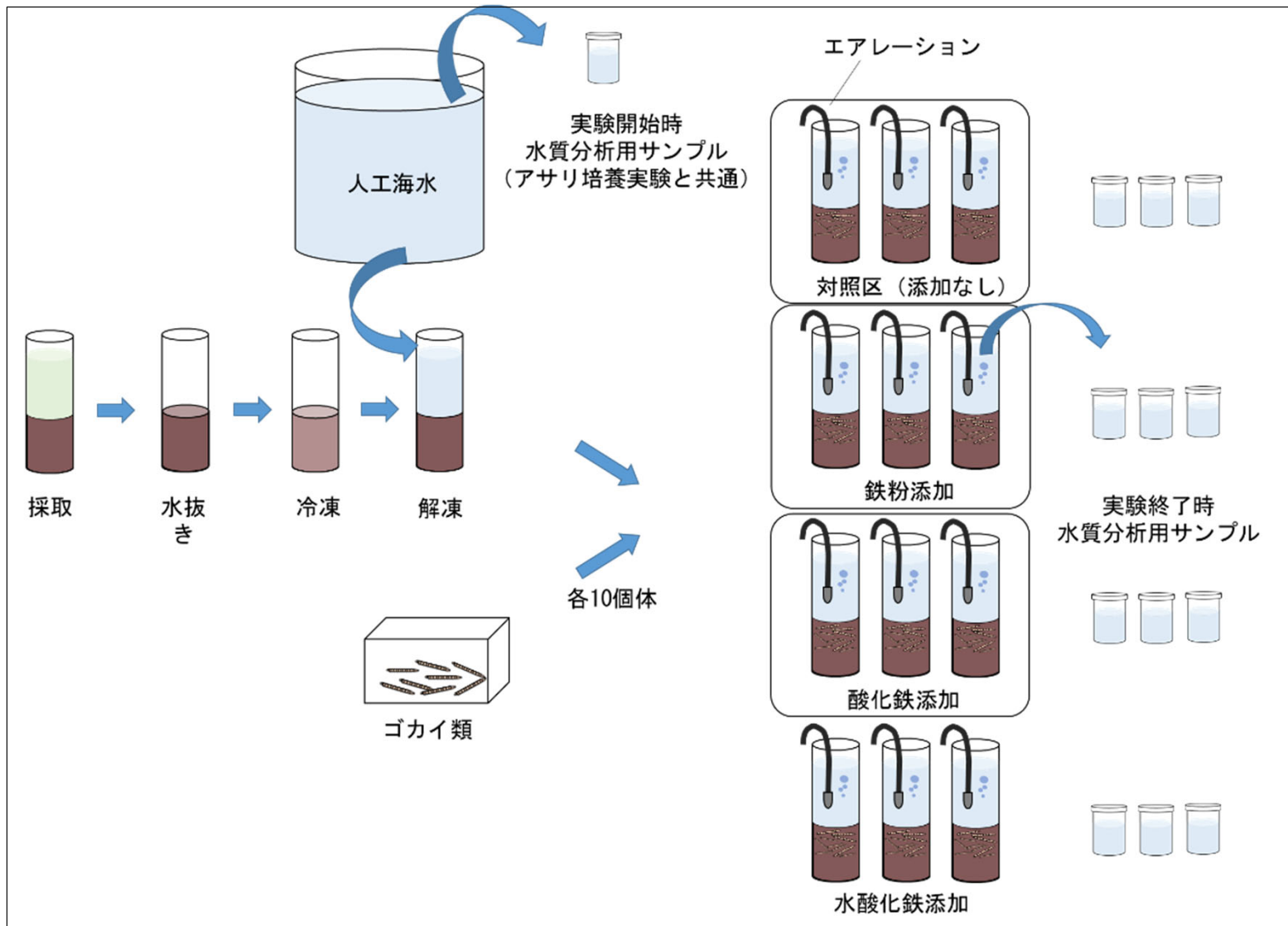
Mello-Filho and Meneghini (1991) : 鉄が介在する細胞内でのフェントン反応が細胞膜やDNA損傷の原因となる。

Li et al. (2009) : 結果として発がんリスクが上昇する。

## 本研究の目的・内容

本研究では、予察的考察として、沿岸域を代表する底生生物であるシノブハネエラスピオ (*Paraprionospio patiens*) について、3種の鉄材 (0価鉄, 酸化鉄, 酸化水酸化鉄) の存在下での暴露培養実験を行い、それらの影響の有無について検討した。

# 方法：培養実験の概要



# 方法：培養実験の概要

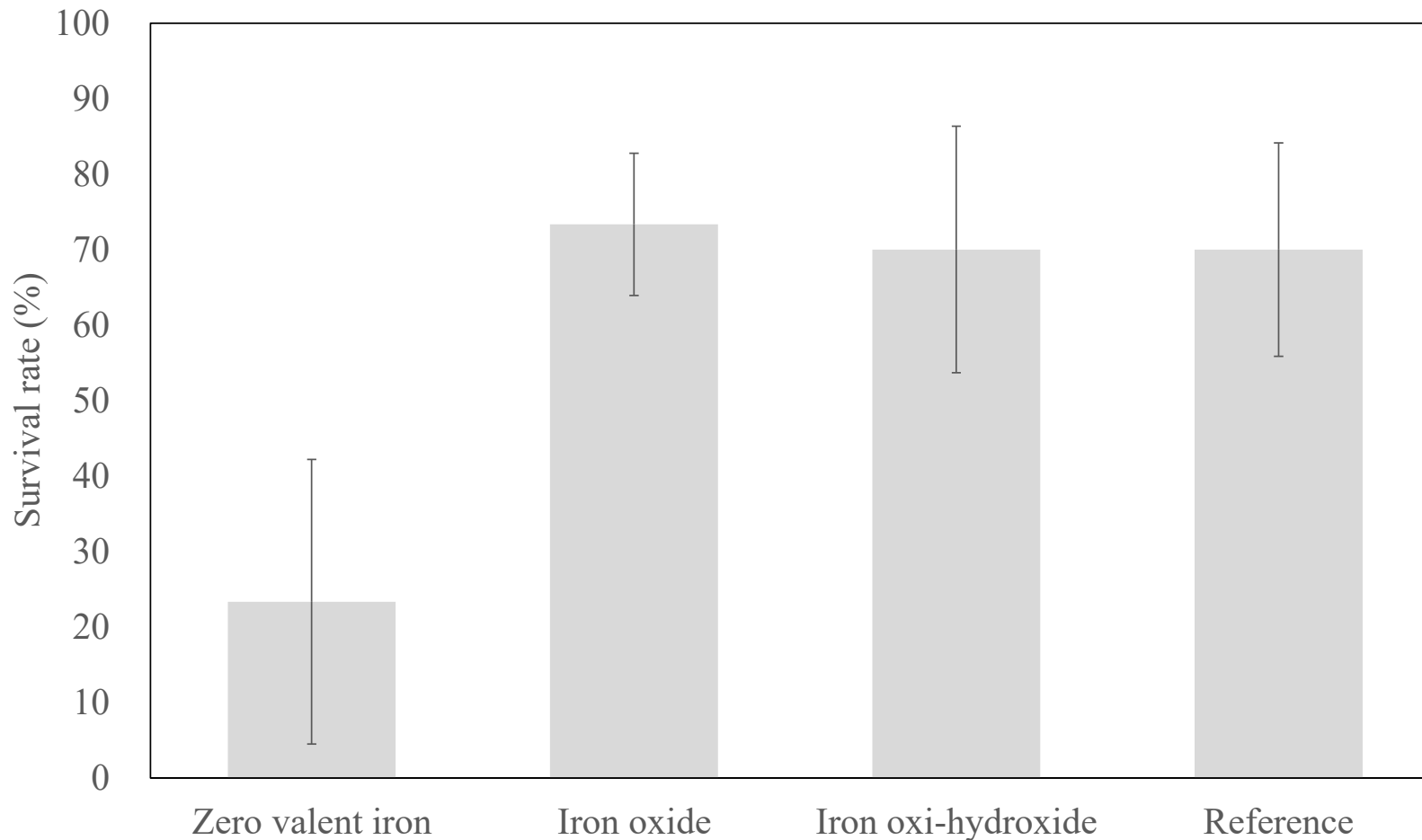


## 結果：目視観察



目視観察の結果として，0価鉄を添加した直後にシノブハネエラスピオが海水中を激しく動く様子が観察された．このことから，0価鉄が何らかの急性影響を及ぼしている可能性が示唆された．

## 結果：14日後の生残率



シノブハネエラスピオの平均生残率は、0価鉄添加では23.3%、酸化鉄添加では73.3%、水酸化鉄添加では70.0%、対照区（添加無し）では70.0%であり、0価鉄の添加で有意に低く（Scheffe's F test :  $p < 0.05$ ）なることがわかった。以上のことから、0価鉄添加によって、シノブハネエラスピオの生残率が低下すると判断した。一方、酸化鉄添加、酸化水酸化鉄添加では、対照区（添加無し）と比較して有意差は認められなかったため、生存率は低下しないと考えられた。



## 結果：14日後の出現状況

Iron material	CORE	Number of survivor individuals				Survival rate (%)		
		0-2 cm	4-4 cm	4-30 cm	Total	Each	Averaged	S.D.
Zero valent iron	A-1	1	0	0	1	10		
	A-2	1	0	0	1	10	23	19
	A-3	4	0	1	5	50		
Iron oxide	B-1	8	0	0	8	80		
	B-2	5	1	0	6	60	73	9
	B-3	5	2	1	8	80		
Iron oxi-hydroxide	C-1	4	0	1	5	50		
	C-2	9	0	0	9	90	70	16
	C-3	7	0	0	7	70		
Reference	D-1	4	1	0	5	50		
	D-2	6	1	1	8	80	70	14
	D-3	6	1	1	8	80		

シノブハネエラスピオに対して、鉄材と層の両方の要因が関連して、シノブハネエラスピオの生残に影響しているか確認した結果、鉄材の種類や有無と層の関連性はみられなかった (two-way repeated measures ANOVA :  $p > 0.05$ )。結果として、個体の多くは表層部分に生息しており、0価鉄やその他の鉄材に反応して、忌避的に深く潜行するといった行動はみられないと考えられた。

シノブハネエラスピオについては，0価鉄を添加した直後や数日後に，海水中を激しく動く（遊泳）個体が観察され，培養後の生存率も0価鉄の添加系のみが低くなるという知見が得られた．

これまでも，鰓等への蓄積による物理的な悪影響や，体内での活性酸素の生成による慢性的な酸化ストレスに関する知見は多くあるが，それらの影響とは別に，何らかの急性の影響があり，回避行動に出た可能性がある．

よって，今後は0価鉄のシノブハネエラスピオに対する生化学的な影響を検討する必要がある．