

# 副生塩を凍結防止剤としてリサイクルする場合の生物毒性評価 \*

樋 口 壯太郎 \*\*

## Life toxicity evaluation in the case of recycling by-product salt as an antifreeze

Sotaro HIGUCHI\*\*

Although the recycling method of the by-product salt produced in connection with waste treatment is considered, it is recycled as an antifreeze now in many cases. In that case, although it uses as a premise that by-product salt is generally below a soil environmental standards value, since an antifreeze is diffused in the surrounding soil and the water area which were finally used, we are anxious about influence on a seaweed, fishes, etc. For this reason the influence examination was done using life, such as a killifish.

*KeyWords* : by-product salt, antifreeze, killifish, life toxicity evaluation

### 1. 研究の目的

廃棄物処理に伴って産出される副生成塩のリサイクル方法が検討されているが、現在、凍結防止剤としてリサイクルされている場合が多い。その場合、一般的には副生塩が土壌環境基準値以下であることを前提として使用されているが、凍結防止剤は最終的に使用された周辺の土壌や水圏に拡散されるため、藻類や魚類等に対する影響が懸念されている。特に化学的指標の安全性を不安視する声も多いため、生物を用いた環境毒性試験を行ったので報告する。

### 2. 研究の方法

#### 2-1 実験試料

試験対象試料として、5種の副生塩を用いた。

- ①前処理後 RO 処理により脱塩された浸出水の濃縮乾燥塩（以下 YT と称する）
- ②直接 RO 処理により脱塩された浸出水の濃縮乾燥塩（以下 SD と称する）

- ③直接 RO 処理により脱塩された浸出水の濃縮乾燥塩神銅（以下 YS と称する）
- ④重漕を用いた乾式排ガス処理により回収された副生塩（以下 HM と称する）
- ⑤湿式排ガス処理により回収された副生塩（以下 MK と称する）

#### 2-2 評価生物種と試験方法

一般的な評価生物種として、動物としては陸生哺乳類と水生魚類、植物としては陸生植物を対象とし、急性毒性を中心として実施した。尚、水生生物としての代表種である甲殻類については塩分による影響が顕著であることから除外することとした。

試験項目として、環境毒性試験としては水生生物に関して魚類急性毒性、魚類初期生活段階毒性試験陸上植物に関して幼植物の発芽、生育に関する栽培試験、健康毒性試験として急性経口毒性試験の4項目に関して試験を行った。

#### (1) 魚類急性毒性試験

魚類に対する急性影響評価法として広く用いられている OECD のガイドライン TG203（魚類急性毒性試験）に準拠して行った。試験に使用する魚類はヒメダカを用

\* 平成 23 年 11 月 30 日受付

\*\* 資源循環・環境グループ

表1 急性毒性試験暴露濃度

副生塩	暴露濃度(%)					
	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%
YT	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%
SD	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%	1.1%	
YS	1.0%	1.1%	1.2%	1.3%	1.4%	
HM	1.5%	1.6%	1.7%	1.8%	1.9%	2.0%
MK	1.7%	1.8%	1.9%	2.0%	2.1%	2.3%

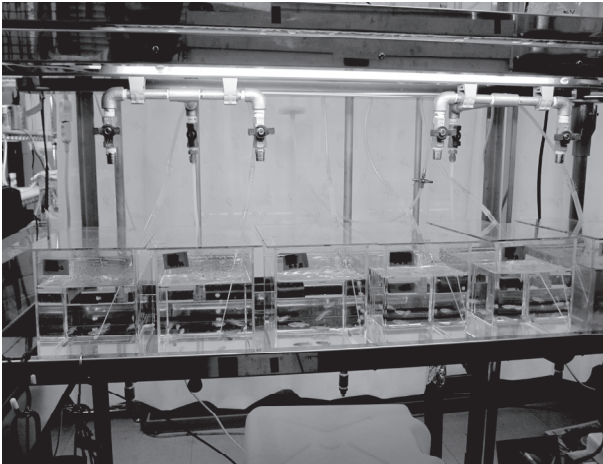


図1 急性毒性試験状況

い、試験水に 96 時間曝露した後、半数致死濃度 (LC50) を算出し、指標とした。試験生物はヒメダカの成魚、オスを用いた。試験水は副生成塩を溶解した飼育水を用いた。なお希釈に使用する水、及び対照区に使用する水には、水道水を塩素除去したものを 24℃に調温し、活性炭処理したものを使用した。試験濃度：試験濃度における希釈倍率は、5 濃度区程度とし、あらかじめ行った簡便な曝露予備試験により決定した。各副生塩の暴露濃度を表-1 に図-1 に試験状況を示す。

曝露期間は 96 時間とし、試験容器は 2ℓ 水槽とした。水槽には 10 匹 /1 水槽ヒメダカを入れ、2 日に 1 回水槽及び試験水の交換を行った。水温は 23±2℃に保ち、エアポンプから 0.2 μ m のフィルター処理した空気を水槽に吹き込んだ。明暗周期は 16 明期 8 暗期 (7 時点灯、23 時消灯) とした。

(2) 魚類初期生活段階毒性試験

魚類急性影響評価法と同じく、OECD のガイドライン TG210 (魚類急性毒性試験) に準拠して行った。試験に使用する魚類はヒメダカを用い、採取した受精卵から孵化し、無給餌で仔魚が死亡するまで試験物質を連続的に暴露した。毎日観察し、孵化個体数を計測、孵化した個体については生存日数を計測した。調査項目は①孵化率②生存日数 (無給餌試験) とした。試験条件は試験生物としてヒメダカ受精卵を用い、試験水は副生成塩を溶解した飼育水を用いた。希釈に使用する水、及び対照区に使用する水には、水道水を塩素除去したものを 24℃に調温し、活性炭処理したものを使用した。試験濃度は 5 濃度区とし、各副生塩とも 0.2%区、0.4%区、0.8



図2 魚類初期生活段階毒性試験状況

%区、1.6%区、3.2%区に設定した。曝露期間は試験終了時までとし、ガラスシャーレ (90 φ ×20) に 1 容器あたり 10 匹とし、1 日に 1 回試験水を交換、孵化してからは毎日 1/2 の交換を行った。水温は 23±2℃に設定し、エアレーションは無しにした。明暗周期は 16 明期 8 暗期 (7 時点灯、23 時消灯) とした。

図-2 に魚類初期生活段階毒性試験状況を示した。

(3) 幼植物の発芽、生育に関する栽培試験

生成塩がコマツナの発芽並びに発芽後の生育へ与える影響の有無及びその程度を知るため、植物に対する害に関する栽培試験の方法 (59 農蚕第 1943 号通達) に準拠して行った。調査項目は①発芽調査：発芽率 (播種 3 日後、5 日後及び 7 日後) ②生育調査：草丈 (播種 2 週間後) ③終了調査：草丈、葉数、生体重、乾物量 (播種 3 週間後) とした。試験作物はコマツナを用い、試験容器あたり 25 粒を播種した。試験容器は内径 11.3cm、高さ 6.5cm のノイバウエルポットを使用した。供試土壌は壤土を 2mm のふるいを通した後、乾燥滅菌したものを使用し、試験容器あたりの充填量を 500ml とした。また、試験容器あたり N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O として、それぞれ 100mg となるように調整を行った。試験水は副生成塩を溶解した水を用いた。対照区として蒸留水を使用した。試験濃度における希釈倍率は、5 濃度区とし、各々 2 ポットずつで試験を行い、各副生塩とも 0.19%区、0.38区、0.75%区、1.50%区、3.00%区に設定した。播種時の土壌水分量は 50 ～ 60%程度となるよう毎日水分を調整を行った。なお、試験期間中の環境を確認するため、データロガーを用いて気温、湿度、照射量を連続して測定した。

図-3 に植物試験状況を示した。

(4) 急性経口毒性試験

健康毒性試験として OECD のガイドライン TG420 (急性経口毒性試験) に準拠し、ラットを用いて行った。調



図3 植物試験状況

査項目は①死亡率：投与動物数を分母とし，観察期間中の死亡数を分子として算出．②一般状態観察：期間－14日間，頻度：投与日は投与0-1,2,3,6時間後③体重測定：投与日（0日），投与1,2,3,4,7,14日後④剖検：一般状態観察期間終了後，エーテル麻酔下により放血屠殺して剖検し，外観，頭蓋腔内，胸腔内，腹腔内およびリンパ節の諸臓器の肉眼的観察を行った．

試験条件は試験動物としてラット，雌雄各5匹程度を用い，飼育環境は温度 $23\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，飼育器材はポリカーボネート製平底ケージ，パルプ床敷を用い，収容尾数は5匹／ケージとした．飼育期間は14日間とし，検疫馴化は入荷後5日間以上とした．飼料は固型飼料を自由摂取とした．飲水は水道水を $5\mu\text{m}$ カートリッジフィルターに通過させ，さらに紫外線照射させたものを自動給水装置により自由に摂取できるようにした．投与用量は経口より $2,000\text{mg/kg}$ ，とし投与方法は強制経口投与とした．投与はラット用金属製胃ゾンデを装着した $2.5\text{mL}$ シリンジを用いて，午前中に1回強制経口投与を行った．また，投与前日の午後4時30分より投与終了後3時間までは飼料を与えず，水のみ自由に摂取させた．なお，この方法は経口投与試験における汎用方法である．

図-4に急性経口毒性試験状況を示した．



図4 急性経口毒性試験状況

### 3. 試験結果

#### 3-1 魚類急性毒性試験結果

- ① YT：YTの96時間以内の死亡数を図-5に示す．プロビット法によるYTの半数致死濃度（LC50）は0.39%であった．
- ② SD：SDの96時間以内の死亡数を図-6に示す．プロビット法によるSDの半数致死濃度（LC50）は0.84%であった．
- ③ YS：YSの96時間以内の死亡数を図-7に示す．プロビット法によるYSの半数致死濃度（LC50）は1.28%であった．

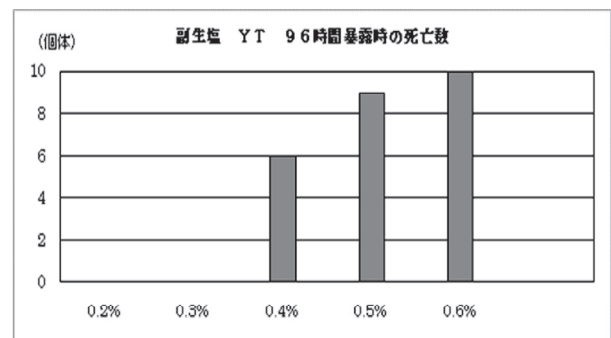


図5 96時間以内の死亡数（YT）

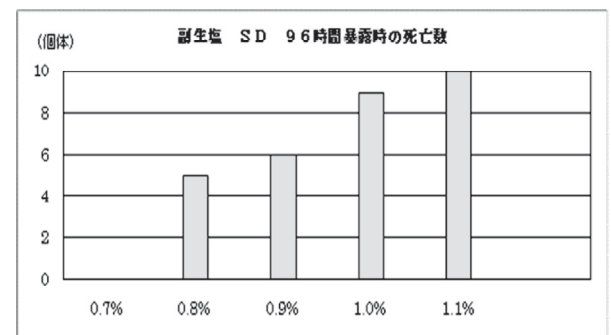


図6 96時間以内の死亡数（SD）

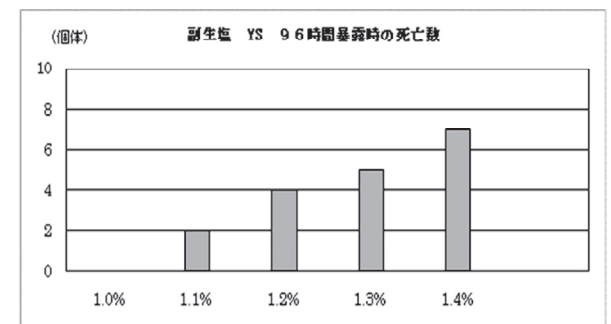


図7 96時間以内の死亡数（YS）



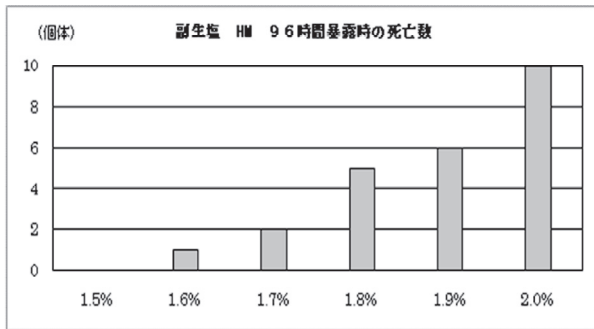


図8 96時間以内の死亡数 (HM)

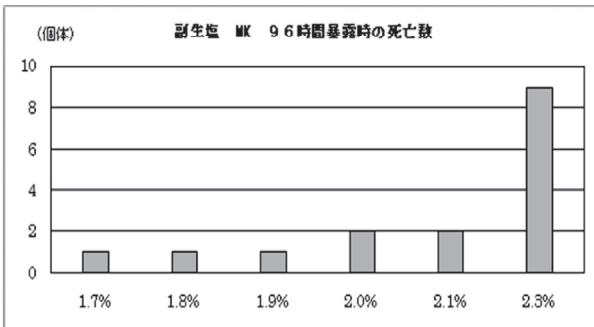


図9 96時間以内の死亡数 (MK)

- ④ HM: HMの96時間以内の死亡数を図-8に示す。プロビット法によるHMの半数致死濃度 (LC50) は1.81%であった。
- ⑤ MK: MKの96時間以内の死亡数を図-9に示す。プロビット法によるMKの半数致死濃度 (LC50) は2.13%であった。

以上の結果から5種の副生塩の毒性をLC50で比較すると  $YT(0.39\%) > SD(0.84\%) > TS(1.28\%) > HM(1.81\%) > MK(2.13\%)$  の順で毒性が強かった。

### 3-2 魚類初期生活段階毒性試験結果

#### (1) 孵化率

- ① YT: 1.6%以上の濃度では孵化できなかったが、同じ孵化率0%である1.6%区と3.2%区では卵の死亡状況に差がみられた。3.2%区では試験開始後すぐに死亡したが、1.6%区では試験開始5日目に半数が死亡し、2週間ですべて死亡した。孵化率をみると低い濃度の0.8%区までは対照区と同様に孵化率が高いが、0.8%区では15日目以降に孵化する個体もみられ、孵化にかかる平均日数がやや長くなっていた。また、LC50は0.8%～1.6%の範囲 (プロビット法では計算できない) となった。
- ② SD: 3.2%区では孵化できず、1.6%区では孵化する個体がみられたが、1個体のみであった。1.6%区と3.2%区では卵の死亡状況に差がみられ、3.2%区では試験開始後すぐに死亡したが、1.6%区においては開始直後の死亡はほとんどみられず、12日目以降

で死亡した。孵化率をみると低い濃度の0.8%区までは孵化率が高いが、0.4%区では18～26日目にかけてぼつりぼつりと孵化する個体がみられたため、その影響を受けて孵化にかかる平均日数がやや長くなっていた。また、LC50は1.09%であった。

- ③ YS: 3.2%区では孵化できず、試験開始後すぐに死亡したが、1.6%区ではほとんどが孵化し、孵化率95%であった。その他の孵化率をみると、0.8%区を除き、0.2%区～1.6%区までは孵化率は高かった。0.8%区では15、16日目に計4個体の卵が死亡したため孵化率がやや低くなっていた。孵化日数をみると0.2%区と0.8%区では飼育水と同程度であり、0.4%区では1.5%NaCl区と同程度であったが、1.6%区では孵化が遅く、孵化日数がやや長くなっていた。また、LC50は1.6%～3.2%の範囲 (プロビット法では計算できない) となった。
- ④ HM: 3.2%区では1個体のみ孵化した。0.2%～0.8%区では孵化率100%、1.6%区でも90%で高い孵化率を示した。3.6%区では試験開始後すぐに約半数が死亡したものの、残りについては、発生は進んだものの孵化はできずに12～16日目で死亡した。孵化日数を見ると0.2%区～1.6%区までは平均孵化日数がやや短いように見受けられるが、ほとんどが試験開始8日目に短期集中して孵化したため、飼育水区や1.5%NaCl区に比べてやや短くなっていた。また、LC50は2.28%であった。
- ⑤ MK: 3.2%区では約1/3が孵化した。その他の試験区では孵化率100%と高い孵化率を示した。3.6%区で孵化しなかった卵については試験開始直後の死亡はみられず、発生は進んだものの最終的には孵化はできずに13～23日目の間に死亡した。平均孵化日数を見ると0.2%区でやや長くなっているが、0.2%区では3/4が8日目に孵化しているものの17,18および28,29日目といったかなり遅い時期に孵化している個体があるための影響を受けて孵化にかかる平均日数がやや長くなっていた。逆に0.4%区ではほとんどが試験開始8日目に短期集中して孵化したため、飼育水区や1.5%NaCl区に比べてやや短くなっていた。また、LC50は3.05%で5種の副生塩の中で一番高い値であった。

#### (2) 孵化後の生存日数 (無給餌試験)

YT,SD,YS,HM,MKの孵化仔魚の平均生存日数は飼育水区より1.5%NaCl区の方が短くなった。

- ① YT: 0.2%区から濃度が上がるに従って平均生存日数は短くなっており、1.6%以上の濃度区では孵化しなかった。0.2%区および0.4%区は飼育水区と比較すると短く、1.5%NaCl区と比べるとやや長いと同程度であった。0.8%区では飼育水区の1/4程度、ま

た、1.5%NaCl 区の 1/3 程度の短さであった。半数阻害濃度 (IC50) を求めると 0.46% であった。

- ② SD：0.2% 区と 0.8% 区では 1.5%NaCl 区と同様の生存日数であり、その間の濃度である 0.4% 区では飼育水区より短く、1.5%NaCl 区より長かった。また、1.6% 以上の濃度では生存できなかった。（1.6% 区では 1 個体のみ孵化したが、すぐに死亡し、生存できなかった。）半数阻害濃度 (IC50) を求めると 0.59% であった。
- ③ YS：0.2% 区から濃度が上がるに従って平均生存日数は短くなる傾向がみられ、3.2% 区では孵化しなかった。0.2% 区では飼育水区と同程度の生存日数であり、0.4% 区および 0.8% 区では飼育水区と比較するとやや短かった。1.6% 区では孵化率は高かったが平均生存日数は飼育水区の 1/4 程度の短さであった。半数阻害濃度 (IC50) を求めると 1.15% であった。
- ④ HM：0.2% 区から濃度が上がるに従って平均生存日数は短くなっており、3.2% 区では SD の 1.6% 区と同様に 1 個体のみ孵化したが、すぐに死亡し、生存できなかった。0.2% 区および 0.4% 区では飼育水区と同程度の生存日数であり、0.8% 区では 1.5%NaCl 区と同程度の生存日数であった。1.6% 区では孵化率は高かったが平均生存日数は 1.5%NaCl 区よりやや短く、1.5%NaCl 区の 2/3 程度であった。半数阻害濃度 (IC50) を求めると 1.16% であった。
- ⑥ MK：0.2% 区から濃度が上がるに従って平均生存日数は短くなっており、0.2% 区および 0.4% 区は飼育水区と同程度であり、0.8% 区および 1.6% 区では 1.5%NaCl 区と同程度の生存日数であった。また、この MK は試験を行った 5 種の副生塩の中で唯一無給餌試験において 3.2% 区で生存ができたが、孵化率は飼育水区の 1/3 程度であり、平均生存日数も飼育水区の 1/4 程度と短かった。半数阻害濃度 (IC50) を求めると 1.99% であった。

### 3-3 幼植物の発芽、生育に関する栽培試験結果

#### (1) 発芽率

試験開始後 7 日目の発芽率の結果を図-10 にコントロールとの比較を図-11 に示す。尚、7 日間の生育環境状況は、気温平均 18.5℃ (11.9～35.9℃)、湿度平均は 66.0% (34.0～83.3%)、光照射量は最高 691  $\mu$  E/m<sup>2</sup>・sec であった。コントロールの発芽率は 86% であったが、YT と HM を除き、0.19～1.50% 区までは各副生塩ともコントロールと同様に高い発芽率を示した。YT と HM の 1.50% 区では 1/2 程度の発芽率にとどまった。3.0% 区では各副生塩ともに発芽率が悪く、20% 未満であり、YT と HM では 7 日目での発芽はみられなかった。発芽に係る半数阻害濃度 (IC50) を表-2 に示す。発芽に及ぼす影響の強い順に YT ≒ HM > MK > SD >

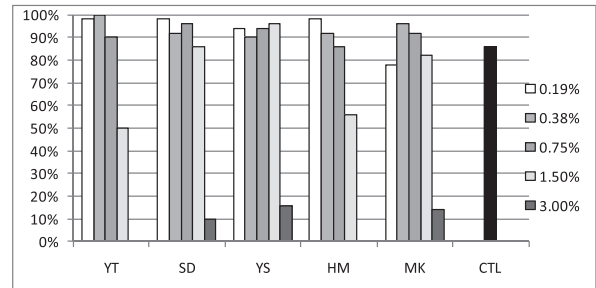


図 10 7 日目発芽率

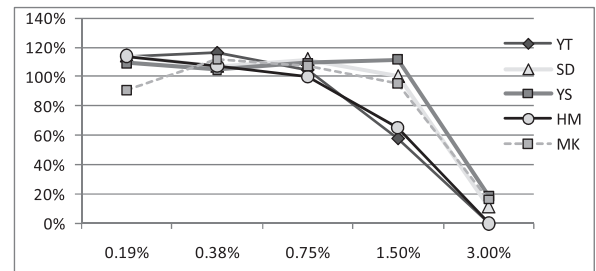


図 11 コントロールとの比較（7 日目発芽率）

副生塩	YT	SD	YS	HM	MK
IC50(%)	1.49	2.06	2.28	1.49	2.05

表 2 IC50（7 日目発芽率）

YS であった

#### 1) 生育調査（2 週間目）

試験開始後 2 週間の生育環境状況は、気温平均 17.2℃ (8.8～35.9℃)、湿度平均は 68.4% (34.0～83.3%)、光照射量は最高 701  $\mu$  E/m<sup>2</sup>・sec であった。各副生塩ともにすべての濃度区でコントロールより低くなっており、濃度が高くなるに従って平均草丈が短く、生長が悪くなっていた。YT と HM の 3.0% 区では 2 週間目でも発芽はみられなかった。副生塩の中でも全体的に MK が各濃度区ともに他の副生塩より生長が良かった。

#### 2) 終了時調査（3 週間目）

試験期間中の生育環境状況は、気温平均 16.7℃ (8.8～35.9℃)、湿度平均は 70.1% (34.0～83.3%)、光照射量は最高 701  $\mu$  E/m<sup>2</sup>・sec であった。

#### 3) 草丈

副生塩の濃度が濃くなるにつれて生育への阻害が明確にみられ、YT の 3.0% 区では終了時でも発芽はみられなかった。また、YS と MK は YT, SD, HM に比べ、良い生長を示した。一番低い濃度ではコントロールと同等の生長を示し、YS と MK ではむしろコントロールより良い生育であった。IC50 は影響の強い順に HM > YT > SD > YS > MK であった。

#### (2) 葉数

草丈同様、副生塩の濃度が濃くなるにつれて生育へ

の阻害が明確にみられ、YT と SD の 3.0% 区では葉数 0 であった。MK はその他の副生塩に比べて、生長阻害の影響が小さくなっていた。また、HM を除いて 1.5% から 3.0% に濃度が上がると急激に葉数が少なくなっていた。IC50 は草丈同様、影響の強い順に HM > YT > SD > YS > MK であった。

### (3) 生重量

草丈同様、副生塩の濃度が濃くなるにつれて生育への阻害が明確にみられ、1.9% の一番低い濃度区では各副生塩ともにコントロールと同等の生長を示した。YS と MK ではむしろコントロールより良い生育であった。YT の 3.0% 区では発芽は最後までみられなかったため、生重量 0g であった。MK はその他の副生塩に比べて、生長阻害の影響が小さくなっていた。IC50 は草丈同様、影響の強い順に HM ≒ SD > YT > YS > MK であった。HM と MK では高い濃度区で他の副生塩よりやや高い値を示すが、低い濃度区では大きな差は見られなかった。コントロールの EC は 0.2 m S/cm であったが、副生塩の一番濃度の低い試験区はコントロールに比べ、約 2 倍程度であった。土壌の pH については各副生塩ともに弱酸性を示し、濃度が高くなると pH の値は逆に低くなる点で共通していた。pH 6.6 のコントロールと比較すると、やや酸性ではあるものの、大きな差異は見られなかった。

### 4 急性経口毒性試験結果

すべての副生塩において、死亡例はみられず、一般状態においても外観、姿勢および行動等に異常はみられなかった。体重は投与 1 日後から増加を示し、その後も順調な増加推移を示した。剖検においても被験物質投与による影響を示唆する変化はみられなかった。以上より、今回使用したすべての副生塩は LD50>2000mg/kg、GHS 分類は“カテゴリー 5”であると結論された。今回用いた 2000mg/kg 用量における GHS 分類  
結果 A : ≧ 2 死亡……………300mg/kg 実施  
結果 B : ≧ 1 明らかな毒性または死亡 1 匹…カテゴリー 5  
結果 C : 毒性なし……………カテゴリー 5

### 5. まとめ

ラットによる急性経口毒性試験ではすべての副生塩において、死亡やその他の異常はみられず、毒性は認められなかった。魚類急性毒性試験においては 5 種の副生塩でメダカに対する毒性に違いがみられ (図-12, YT(0.39%) > SD(0.84%) > YS(1.28%) > HM(1.81%) > MK(2.13%)) の順で毒性が強かった。また、市販の塩 (NaCl) と比較してどうかを調べるため、NaCl での簡易暴露試験を行った。その結果を図-13 に示す。NaCl の LC50 は 1.6 ~ 1.7% ((プロビット法では計

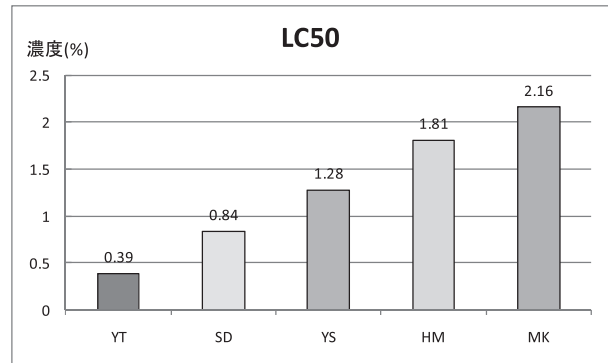


図 12 各副生塩の半数致死濃度

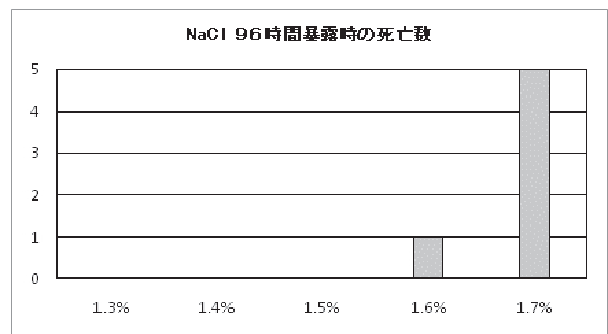


図 13 96 時間以内の死亡数 (NaCl)

算できない) であった。従って、副生塩 MK と HM は NaCl より毒性が低く、YT, SD, YS は毒性が高いことが示された。また、淡水魚は海水のような濃い塩濃度の中では浸透圧調整ができず、死に至ると言われている。今回、各副生塩の電気伝導度 (EC 値) は、同じ濃度であればほぼ同じ値であり、それぞれの LC50 では EC 値が大きく異なる (塩濃度が異なる) こと、また、副生塩によっては低い塩濃度でも死亡がみられることなどから、それぞれの LC50 に差がみられたことは、単に浸透圧調整の不具合によるものではなく、何らかの毒性の違いにより生じたものと推察される。魚類初期生活段階毒性試験においても副生塩でメダカの卵および孵化直後の仔魚に対する毒性に違いがみられた。孵化に係る LC50 値 (半数致死濃度) を図-14 に、生存日数に係る IC50 値 (半数阻害濃度) を図-15 に示す。孵化に係る影響つまり卵に与える影響は、YT と YS の LC50 値がそれ

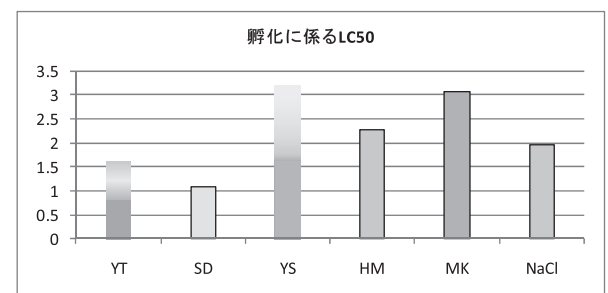


図 14 孵化に係る LC50

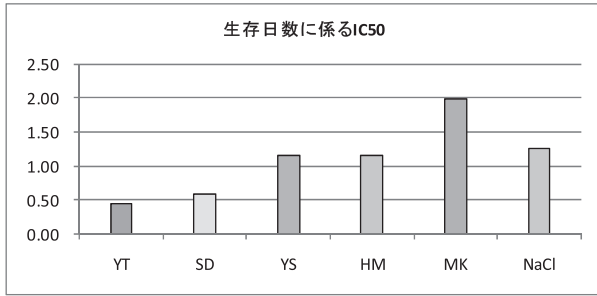


図 15 生存日数に係る IC50

ぞれ 0.8% ~ 1.6%, 1.6% ~ 3.2% の範囲でしか表せないが、おおむね YT > SD > YS > HM > MK の順で毒性が強いと考えられる。生存日数に係る影響—言い換えると孵化仔魚に与える影響は、YT > SD > TS > HM > MK の順で毒性が強いと考えられる。このように魚類初期生活段階毒性試験においても副生塩でメダカの卵および孵化直後の仔魚に対する毒性に違いがみられ、その毒性の強さは魚類の急性毒性試験の場合と同じく、おおむね YT > SD > YS > HM > MK の順で毒性が強いが、MK は NaCl より毒性が弱く、HM, YS は NaCl と同程度、SD, YT は NaCl より毒性が強いと考えられる。幼植物の発芽、生育に関する栽培試験においては発芽に関する影響と生育に関する影響においてやや差異が見られた。発芽に関する影響を図-16 に、生育に関する影響を図-17 に示す。発芽に関しては IC50 値から YT ≒ HM > MK > SD > YS の順で影響が強かった。また、YT と HM は同程度の影響を、MK, SD および YS のグループも YT, YS よりは弱いと同程度の影響が見受けられた。試験終了時の生育調査ではおおむね HM > YT > SD > YS > MK の順で影響が強く、MK が植物の生育に与える影響は比較的毒性の強かった HM, YT, SD に比べ、半分以下であった。また、植物の塩害に関して、生育が阻害され始める水飽和土壌の EC は耐塩性の弱いものでは 0.9 ~ 1.5 m S/cm としている。（佐賀県農林水産商工本部農業技術防除センター）今回の試験では終了時の土壌 EC は各副生塩とも 1.5% 濃度区で EC が 1.5mS/cm 以上であった。従って、試験開始当初から高濃度区で EC が高いため生長阻害が起こったものと考えられる。本試験のようにノイバイエルを使用した植害試験においては、排水口の無い閉鎖系ポットを使用し

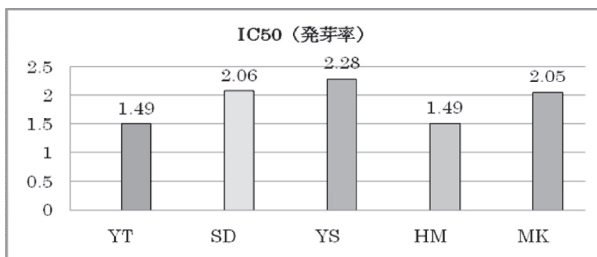


図 16 発芽に関する半数阻害濃度

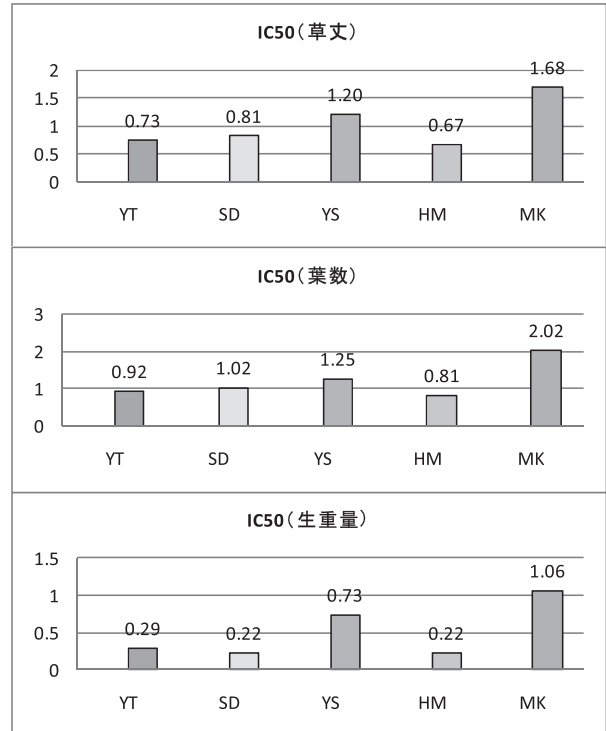


図 17 生育に関する半数阻害濃度

ているため、植物の生長による EC の低下はあるものの、灌水による低下は起きず、生長阻害の影響が持続していると考えられるが、一般の耕地の場合、降雨による溶脱等により EC の値は低くなり、阻害の影響も薄れていくと推察される。以上のように、すべての副生塩において急性経口毒性は認められないが、魚類と陸上植物に対しては何らかの影響が見られ、その影響度合いは副生塩により異なっていた。今回の試験において、MK は魚類、植物ともに与える影響は小さいが、YT と SD は他の副生塩より強い毒性を示した。HM は魚類に対する影響は MK より大きい、YS と比べると同程度か小さかったのに対し、植物では明らかに YS に比べ毒性が高かった。このように副生塩によって生物に与える影響の度合いは異なり、さらに動物に対しての毒性度合いと植物への毒性の度合いが異なる場合があることが認められた。