

助成年度：平成3年度

[所属] 東京大学 農学部

[役職] 教授

[氏名] 代表者 清水 誠 (他計6名)

[課題]

有機スズ化合物による海産生物への影響に関する研究

～特にトリブチルスズ (TBT) 汚染による海産巻貝類の imposex の誘起と回復について～

[内容]

1. イボニシとレイシガイの imposex 出現状況の把握及び疫学的検討

太平洋側と日本海側の 32 地点でイボニシ *Thais clavigera* とレイシガイ *T. bronni* の imposex 出現状況について実態調査を行った。imposex の出現率は、佐渡・相川の一地点を除き全地点で両者とも 100%あるいはほぼ 100%であった。imposex の症状の重さについて、雌の平均ペニス長、形態異常の尺度である Relative Penis Length (RPL) Index 及びその 3 乗式である Relative Penis Size (RPS) Index (%) (Gibbs et al., 1987) と産卵障害の有無に着目した imposex grade I～V (grade III～V が産卵不能個体) への分類により比較検討した。これらの Index のうち RPL Index が体内有機スズ含有量との対応等の理由で最も適当であると考えられた。RPL Index も産卵不能個体の出現率も有機スズの汚染源であるマリーナや漁港の近くあるいは船舶航行量の多い海域で高く、またマリーナや港の近づくにつれ形態異常の程度も産卵障害を持つ個体の割合も著しく高くなる傾向が認められた。

2. 有機スズ含有量と imposex 症状との関係

体内の有機スズ含有量をプロピル化/GC-FPD 法で分析・定量したところ、上述した地点では両種とも TBT 及び TPT 含有量が高く、TBT-RPL 関係及び TPT-RPL 関係がともに S 字状曲線で示され、TBT とともに TPT においても imposex 症状との関連性がみられた。また TBT と TPT の含有量の間には魚介類では初めて高い正の相関が認められた。さらにイボニシでは TBT 及び TPT の含有量が雄より雌において有意に高かった ($P < 0.05$)。

3. imposex を誘導する有機スズの化学種と発症限界濃度に関する実験的検討

imposex を誘導する有機スズの化学種を明らかにするために、まず TBT とその代謝物及び TPT とその代謝物合せて 6 種の有機スズをイボニシに筋肉注射してペニスの伸長させる効果を検討した結果、TBT と TPT で著しい効果が認められた。その他 4 種の有機スズには効果が認められなかった。TBT と TPT によるペニスの伸長効果には再現性があり、体内濃度とペニス長との関係からその効果が TBT と TPT とではほぼ同程度であることが推察された。また同様の試験の結果、TPT には正常な雌に imposex を誘導する効果も認められた。この結果、これまでの海産巻貝類に対して imposex を誘導しないと考えられてきた TPT がイボニシの imposex を誘導し進行させることが明らかになった。

一方イボニシの正常雌に対する流水式水槽での TBT 連続曝露による imposex 誘導試験の結果、水中の TBT の設定濃度として 100 及び 10ng/1 (実測濃度は GC-FPD 及び GC-MS によりそれぞれ 21.2 及び 17.3ng/1 と 3.0 及び 3.6ng/1) 区では 9 日目に、また設定濃度として 1ng/1 区 (GC-MS による実測濃度は 0.9ng/1) では 22 日目にそれぞれ imposex 個体が認められ、85 日目にはいずれの曝露区においても imposex 個体の出現率が 90～100%に達した。ペニス長は実験区によって異なり、体内 TBT 濃度を反映していると考えられた。本実験期間中、産卵不能個体は見られなかった。TBT に対するイボニシの imposex の発症限界体内濃度は 20ng/g wet (=0.06nmol/g wet) 程度であるとみられ、海水中の TBT 濃度に対する imposex の EC_{50} は 1～2ng/1 程度であ

ると推定された。

以上より、先の全国調査結果について、imposex の発症限界となる体内有機スズ濃度が TBT と TPT のモル総和として両種とも 0.05~0.10nmol/g wet 程度であると考えられた。この推定値は先の TBT による誘導試験結果に基づく推定値とよく対応した。

4. イボニシにおける TBT と TPT の濃縮、蓄積、分布、代謝及び排泄

流水式水槽による TBT と TPT の生物濃縮試験（4 週間）を行った。TPT の生物濃縮係数（BCF）は 22000 以上と推定された。TBT では 5000~10000 程度であると考えられた。

また流水式水槽により人工海水を用いて TBT と TPT の排泄試験（4 週間）を行った。TBT の生物学的半減期は約 22 日と推定された。TPT は試験期間中中体内濃度の減少が認められず、排泄速度はかなり低いものと考えられた。

TPT については雌の capsule gland を中心とした部位が高濃縮部位であるとみられた。TBT については特定の高濃縮部位が見いだされなかった。

以上より、イボニシにおいて、特に雄より雌でより顕著に TBT と TPT の濃縮が進むのは、濃縮係数の高さとともにその代謝速度の低さが、また TBT については高濃縮部位の存在も相互に影響しているためと推察された。

imposex 個体の症状は清浄な海水中に戻しても回復しないであろうと考えられた。個体群レベルでの回復については今後とも調査し検討していく必要がある。

5. その他の日本産海産巻貝類の imposex

イボニシやレイシガイ以外に 17 種類の巻貝を入手して imposex の発生状況を調べた。ほとんどの種で imposex が確認され、新腹足目の種とともに、これまで報告例のなかった中腹足目の種においても、5 種で確認された。ペニスや輸精管の発達程度は種によってさまざまであったが、生殖開口の閉塞はいずれの種においても確認されなかった。しかし卵形成の阻害等の産卵障害の可能性もある。imposex は新腹足目と中腹足目の種に誘導されるとみられ、日本の沿岸浅海域に生息している相当多くの種に imposex が発生している可能性が強く示唆された。原始腹足目の種にはペニスは形成されないが卵形成などへの影響の可能性があり、imposex の誘導機構の解明とともに今後の課題として残された。