

## 化学物質の生態リスク分析：個体群レベル影響解析への進展

田中嘉成（科学技術振興事業団・横浜国立大学環境科学研究センター）

有害化学物質の生態リスクを、生物集団（個体群）の絶滅確率に基づいて評価する方法に関して、理論生態学的な解析方法の適用を中心に考察した。保全生物学や理論生態学で発展した個体群存続可能性分析（population vulnerability analysis, PVA）に関して紹介し、主な解析方法である平均絶滅時間モデルと行列個体群モデルを解説した。平均絶滅時間モデルは、個体群の内的自然増加率（個体群増殖率）や内的自然増加率の変動、環境収容力（最大個体数）などのパラメータから平均絶滅時間を解析的に予測することができる。有害化学物質の効果は、主に生物個体群の増殖能力を低下させると考えられるので、内的自然増加率の減少分を推定できれば、生態リスクを絶滅リスクとして評価することができる。そのためには、有害化学物質の内的自然増加率への影響を近似する適当な量-反応曲線を決めることが必要である。そこで、生命表評価法や個体群増殖実験などで有害化学物質の内的自然増加率に対する効果を推定した実験データを総説し、べき関数モデル、ワイブルモデル、二次関数モデルの3つの数学モデルでデータへの適合度を解析した（図1）。その結果、べき関数モデル  $(r(x)=r(0)[1-(x/\alpha)^\beta])$ 、 $x$ ：曝露濃度、 $r$ ：内的自然増加率）が最良の適合度を示し、反応の線形性を示す $\beta$ 値は約2と推定された（図2）。べき関数モデルで毒性の強さを表わす $\alpha$ 値と急性毒性値 $LC_{50}$ との相関から急性毒性-慢性毒性の外挿を行い、いくつかの農薬、界面活性剤に対する絶滅リスクを推定した（表2）。

食う-食われるの関係など、種間相互作用は生物群集において食物網を形成する。有害化学物質の効果は、種間相互作用を介して他種にも波及し、生態系の多様性や機能を阻害すると考えられる。単一個体群に対する存続可能性分析ではこのような種間相互作用を介した間接効果は評価できない。しかし、餌生物種との食う-食われるの関係を個体群行列モデルに組み込むことにより、種間相互作用を介した間接効果を、ある対象生物種の絶滅リスクに組み込んで評価することができる。ここでは、植物プランクトン-動物プランクトン-メダカの3種系のモデルを組み立て、一例としてダイアジノン曝露下における個体群動態を予測した。その結果、メダカに対する効果が現れない環境中濃度でも、ダイアジノンに敏感な動物プランクトン（ミジンコ *Daphnia galeata*）に対する効果を介して、メダカの個体群変動も大きな影響を受けた（図6）。このような、拡張した行列個体群モデルには、構成種が非常に単純化されているという欠点があるが、毒性データが豊富な種のみ（メダカ *Oryzias latipes*、ミジンコ *D.magna*, *D.pulex*、藻類 *Chlorella* sp., *Scenedesmus* sp.など）を構成種にすれば広範なリスク評価が可能である。また、対象種を例えばメダカに設定して絶滅確率を算定することができ、解釈がより明確なリスク推定ができるという利点がある。このように、存続可能性分析を生態毒性学に導入することは、個体群の絶滅リスクに基づく生態リスク評価に新たな手法を提供すると期待される。