

## 審査の結果の要旨

氏名 ニヨマネラット ウィラルク

水環境において有害物質は水に溶存するだけでなく底質へも分配している。水生生物への有害性の評価には複数種を用いた毒性試験を行うのが一般的であるが、特に固相に分配しやすい物質を想定するには底生生物を用いることが妥当と考えられている。既にいくつかの底質毒性試験手法が提案、標準化されており、その一つとして 2012 年に ISO14371 として標準化された淡水産底生カイミジンコ *Heterocypris incongruens* を用いた手法がある。この手法は乾燥卵を用いることで日常の飼育業務が不要となる点、また試験系がコンパクトである点で、大きな利点があり近年その適用事例が増加している。しかしながら、ISO14371 法の評価指標は 6 日後の致死率または成長阻害という個体レベルの影響のみであり、産卵や孵化といった生物種の存続にかかわる評価まではできない点が大きな課題として残されている。

本論文は「Toxicity assessments of nickel and urban road dust by a novel chronic sediment toxicity test using a freshwater benthic ostracod *Heterocypris incongruens* (和訳：淡水産底生カイミジンコ *Heterocypris incongruens* を用いた新規底質慢性毒性試験によるニッケルおよび都市道路塵埃の毒性評価)」と題し、上述の手法上の課題を解決する新規手法を提案し、慢性毒性評価事例が不十分であったニッケルと、都市水環境の潜在的汚染物質である道路塵埃に対して適用し、新たな知見を得たものである。

論文は 8 つの章で構成され、結果に関する章は 4～7 章である。第 1 章では、論文の背景および研究目的、論文の構成を述べている。第 2 章では、関連する事項として、急性／慢性毒性、底質毒性試験手法、重金属類の生態毒性、都市道路塵埃について既往の知見が整理されている。第 3 章では、本論文で用いた既存実験手法、道路塵埃、データ解析手法がまとめられている。

第 4 章では淡水産底生カイミジンコ *Heterocypris incongruens* を用いた新規底質慢性毒性試験手法を提案している。試験生物種、試験期間とその区分、試験条件（水温、明暗、給餌）、評価指標、試験の有効性評価基準について、既存の知見を精査し、毒性評価に適切でかつ容易な手法を導き出している。結果と

して、14日間底質曝露後に清浄環境に生物種を移動し、1個体ずつ死に至るまで産卵数を計測し、さらに産卵後14日間での孵化率を調べる、という手法を提案している。この手法では、曝露14日間での致死率、成長阻害率に加えて、寿命、産卵率、初回産卵日、平均産卵日、生涯産卵数、孵化率、繁殖率が得られ、多面的な評価ができるとしている。

第5章では、第4章で提案した手法を、清浄な参照底質に対し繰り返し実施することで、本手法の有効性評価基準を確立している。7回の繰り返し試験（計500個体）を実施し、各評価指標の変動係数を示したうえで、産卵に関わる指標について平均値 $\pm 2 \times$ 標準偏差を有効な範囲として提案している。一方で、生涯産卵数や孵化に関する指標は個体間のばらつきが大きく、本論文では有効性評価基準を算出していない。

生態毒性試験手法の主たる利用目的は、個別化学物質の毒性評価と、環境試料の毒性評価である。本論文では、第6章で個別化学物質の一例としてニッケルを、第7章で環境試料の一例として都市道路塵埃を、それぞれ試験対象として新規提案手法に適用した事例を示している。

第6章では、これまでに底生カイミジンコへの繁殖毒性の報告例がないニッケルに対し新規提案手法を適用している。産卵率への無影響濃度が $12 \mu\text{g/L}$ であり、他の甲殻類や底生生物と同程度の濃度で慢性影響を示すことが新たに明らかになった。

第7章では、これまでに底生カイミジンコへの6日間での致死率や成長阻害が報告されてきている都市道路塵埃の影響を、繁殖毒性の観点から評価している。用いた高速道路塵埃は清浄な参照底質に6.25%（体積比）で混合した場合で有意な産卵遅延が認められた。さらに6日致死率との急性慢性毒性比を計算し、既報における道路塵埃の毒性の幅を考慮することで、環境管理における道路塵埃の必要な希釈率について考察を加えている。

第8章は総括および課題、今後の展望が述べられている。

以上のように、本論文は、淡水産底生カイミジンコ *Heterocypris incongruens* を用いた新規底質慢性毒性試験手法を提案し、有効性評価基準を示したうえで、既知化学物質と環境試料の両方に適用したものである。提案手法には有用性があり、本論文で示された適用結果自体にも新規性が認められ、今後のさらなる活用が期待される。本論文の成果は、今後の都市環境工学の学術の進展に大きく寄与することが期待される。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。