

ヒラタカゲロウを指標とした複合重金属汚染の毒性評価

岩手大学 学生会員 ○牛嶋亮 佐藤翔平
岩手大学 正会員 石川奈緒 伊藤歩 海田輝之

1. はじめに

化学物質の水生生物の保全に係わる水質環境基準として、我が国では水生昆虫の一種であるヒラタカゲロウの慢性毒性のデータを元に亜鉛が採用され、淡水域では0.03mg/Lと設定された。重金属による水環境の汚染の原因としては、重金属に汚染された土壌や自然土壌からの酸性雨による重金属の溶出、廃棄物不法投棄現場からの浸出、旧鉱山やその廃水処理施設からの流出などが考えられる。しかしながら、重金属の付着藻類や水生昆虫を含めた河川生態系への影響についての調査例は非常に少ないのが現状である。

以上の観点から、本研究では、亜鉛、銅、カドミウムのヒラタカゲロウに対する急性毒性について室内実験により検討した。

2. 試験生物の採集法及び実験方法^{1),2)}

1) 試験生物(ヒラタカゲロウ)の採集法

岩手県内の中津川にてサーバーネットを川底にあてがい、上流側の礫を攪拌し、その隙間や礫表面に生息している水生昆虫を流れに沿ってネットの中に導入した。ネット内の水生昆虫をバットに移し、先を切った駒込ピペットやピンセットを用いてヒラタカゲロウ属のみを河川水を入れたポリ瓶に入れ、実験室に持ち帰った。

2) 実験方法

持ち帰ったヒラタカゲロウには弱ってすぐに死ぬものもいたので採集後一日ほど保存して死んだものを除外した。保存は、15℃に設定したインキュベーター内でポリ瓶をエアポンプで曝気して行った。

試験液は原子吸光分析用金属標準液の亜鉛、銅、カドミウムから単独のものあるいは2種類複合したものを作成した。濃度の設定は、後述するように亜鉛、銅、カドミウムそれぞれの96時間目の半数致死濃度(LC₅₀)を算出し、表-1に示すように、その値を毒性当量1とし、1/2の濃度を毒性当量0.5とした。

希釈には全て中津川の河川水(Ca:6.81~11.7mg/L、Mg:1.37~2.52mg/L)を用い、pHは7.0とした。

ガラス製の1Lビーカーに試験液900mlと5cm程度の小石1個及び採集したヒラタカゲロウを15匹ずつ投入し、エアポンプで曝気しながらインキュベーター(15℃設定)内で試験を行った。

また、インキュベーター内で試験液の蒸発を抑制するため、ビーカーをアルミホイルで覆った。観察は一日一回行い、その都度、死亡数を測定した。また、実験中に羽化したものはデータには含めなかった。

3. 実験結果及び考察

重金属の設定濃度と96時間目の死亡率の関係を対数正規確率紙にプロットし、その関係から半数致死濃度(LC₅₀)を算出した³⁾。それを表-1に示す。

表-1 毒性当量と各試験液の設定濃度

毒性当量	Cd(mg/L)	Cu(mg/L)	Zn(mg/L)
0.25	0.1	0.15	1
0.5	0.2	0.3	2
1(LC ₅₀)	0.4	0.6	4
2	-	-	-
毒性当量	Cd+Cu(mg/L)	Cd+Zn(mg/L)	Cu+Zn(mg/L)
0.25	-	-	-
0.5	0.1+0.15	0.1+1	0.15+1
1(LC ₅₀)	0.2+0.3	-	0.3+2
2	0.4+0.6	-	0.6+4

図-1はCd・Cu複合での毒性当量が0.5の場合、及びCd、Cu単独で毒性当量が0.25の場合での死亡率の経日変化を示したものである。尚、線のみ凡例は金属単独での毒性当量が0.25の場合でのそれぞれの死亡率の和で、凡例の()内の数値は毒性当量である。これより、複合での死亡率よりも金属単独での死亡率の和の方が高くなっており、毒性当量の低い場合は重金属が複合することにより各々の影響が緩和されていることがわかる。

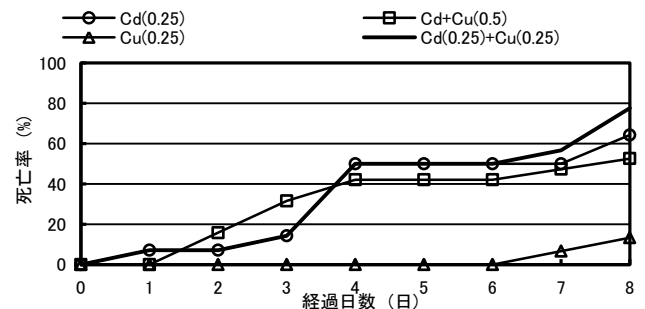


図-1 Cd・Cu複合(毒性当量0.5)、Cd単独(毒性当量0.25)、Cu単独(毒性当量0.25)での死亡率の経日変化

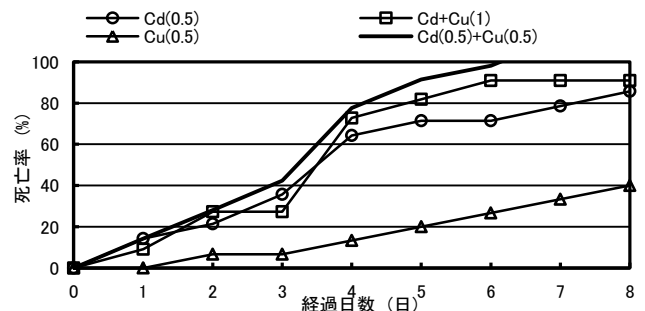


図-2 Cd・Cu複合(毒性当量1.0)、Cd単独(毒性当量0.5)、Cu単独(毒性当量0.5)での死亡率の経日変化

キーワード：Zn、Cu、Cd、ヒラタカゲロウ、複合影響

連絡先：岩手大学（〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 TEL：(019) 621-6449 FAX：(019) 6449)

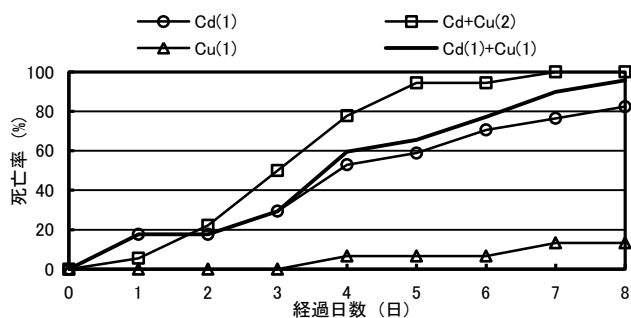


図-3 Cd・Cu 複合(毒性当量 2.0)、Cd 単独(毒性当量 1.0)、Cu 単独(毒性当量 1.0)での死亡率の経日変化

図-2 は図-1 でのそれぞれの条件の毒性当量を 2 倍した場合での死亡率の経日変化を示したものである。この図からも複合での死亡率よりも金属単独での死亡率の和の方が高くなっていることがわかる。

図-3 は図-1 でのそれぞれの条件の毒性当量を 4 倍した場合での死亡率の経日変化を示したものである。この図では複合の死亡率の方が高くなっており、相乗あるいは相加的な影響があったといえるが、Cu 単独の場合、死亡率が低濃度の場合より低く、さらに検討が必要である。

図-4 は Cd・Zn 複合での毒性当量が 0.5 の場合、及び Cd、Zn 単独で毒性当量が 0.25 の場合での死亡率の経日変化を示したものである。単独と複合にほとんど差がないため、金属単独での死亡率の和が複合した場合より高くなっている。

図-5 は Cu・Zn 複合での毒性当量が 0.5 の場合、及び Cu、Zn 単独で毒性当量が 0.25 の場合での死亡率の経日変化を示したものである。複合と金属単独の死亡率の和との差はほとんどないが、5 日目以降は複合の方が高くなっている。

図-6 は図-5 でのそれぞれの条件の毒性当量を 2 倍した場合での死亡率の経日変化を示したものである。最終的には金属単独の死亡率の和とほぼ同じであるが、初期の段階では複合の死亡率が高いため相乗的な影響が得られたといえる。

図-7 は図-5 でのそれぞれの条件の毒性当量を 4 倍した場合での死亡率の経日変化を示したものである。4 日目以降、金属単独での死亡率の和が複合の死亡率より高くなっている。

4. まとめ

Cd と Cu が複合する場合では、低濃度で各々の影響が緩和されていることがわかった。Cd と Zn が複合の場合、金属単独の死亡率の和の方が複合の場合よりも高くなった。Cu と Zn が複合する場合、LC₅₀ 付近の濃度で相乗的な影響が見られた。このことから、ある濃度で重金属を混合することにより毒性が強くなることが考えられ、重金属の水生昆虫への影響を考える場合、共存する重金属の相互影響を検討する必要がある。

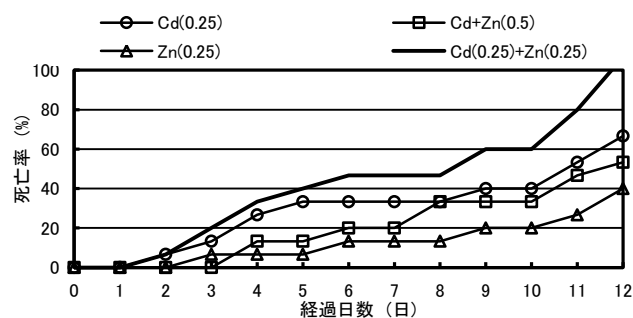


図-4 Cd・Zn 複合(毒性当量 0.5)、Cd 単独(毒性当量 0.25)、Zn 単独(毒性当量 0.25)での死亡率の経日変化

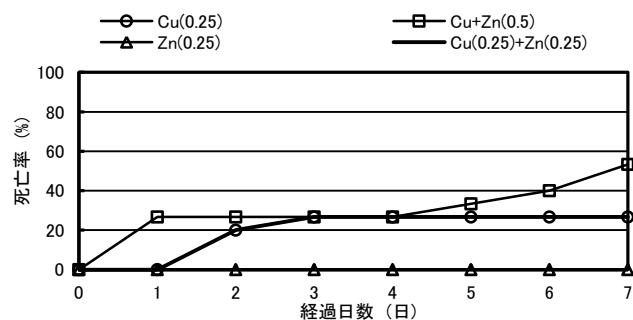


図-5 Cu・Zn 複合(毒性当量 0.5)、Cu 単独(毒性当量 0.25)、Zn 単独(毒性当量 0.25)での死亡率の経日変化

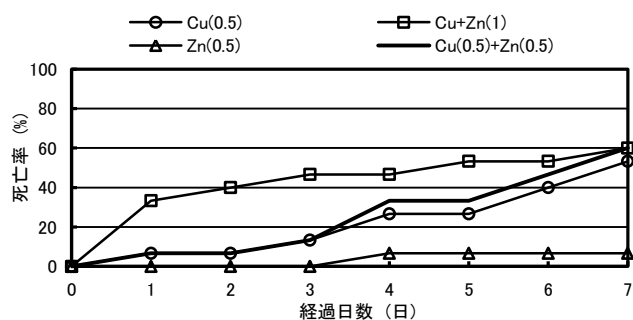


図-6 Cu・Zn 複合(毒性当量 1.0)、Cu 単独(毒性当量 0.5)、Zn 単独(毒性当量 0.5)での死亡率の経日変化

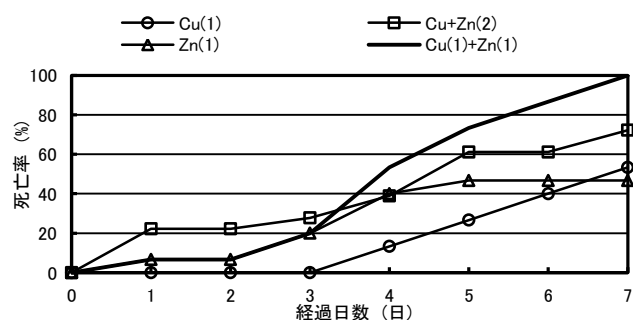


図-7 Cu・Zn 複合(毒性当量 2.0)、Cu 単独(毒性当量 1.0)、Zn 単独(毒性当量 1.0)での死亡率の経日変化

<参考文献>

- 1) 日本環境毒性学会：生態系影響試験ハンドブック、朝倉書店、2003.
- 2) 小林直正：水生無脊椎動物による水汚染の生物検定、サイエンティスト社、1993.
- 3) 牛嶋他：水生昆虫を指標とした重金属汚染の評価、平成 22 年度土木学会東北支部技術研究発表会 VII-26 2011.