

## 몇가지 淡水産動物에 대한 殺虫劑 Cartap의 急性毒性에 관한 研究

下上智\* · 崔承允\*\* · 金光布\*\*\*

(1984년 11월 6일 접수)

## Studies on the Acute Toxicity of an Insecticide Cartap to Several Species of Freshwater Animals

Sang-Ji Byun, Seung-yoon Choi\*\* and Gwang-po Kim\*\*\*

### Abstract

The acute toxicity of an insecticide cartap to several species of freshwater animals was evaluated in the laboratory with special reference to the species specificity, effects of water temperatures and pH values. The aquatic animals tested were the *Carassius auratus* L., *Aphyocypris chinensis* GÜNTHER, *Misgurus anguillicaudatus* CANTOR, *Moina macrocopa* STRAUS.

The susceptibility of aquatic animals to cartap was different with the species of animals. At the water temperature of 25°C and pH 7, TLm values of the insecticide to the *C. auratus* L., *A. chinensis* G. and *M. anguillicaudatus* were 0.88, 0.26 and 0.13 ppm in 48 hours, respectively, and to *Moina macrocopa* S., 306 ppm in 3 hrs. In the case of the three species of fish, TLm 48 values were significantly decreased with rise in temperature. In the case of water flea, where TLm value was 107 ppm at 20°C, there was no consistent response to temperature change, with the highest figure at 25°C than at either 20 or 30°C. and the susceptibility of *C. auratus* L. and *A. chinensis* G. greatly decreased with the increase of pH in water. The toxicity to *M. anguillicaudatus* and *M. macrocopa* was significantly higher at pH 9 than at pH 6 or 7.

In conclusion, the toxicological reactions of the freshwater animals to cartap were variably influenced by the water temperatures and pH values of water and species of animals.

### 緒 論

水産動物에 대한 農藥의 毒性發現에 영향을 미치는 要因으로는 農藥의 種類, 製劑의 形態 및 濃度, 水産動物의 種類와 生育段階, 水溫, 물의 酸度(pH), 溶存酸素量(DO), 물의 硬度和 濁度등을 들 수 있으나 본 실험

에서는 수산동물의 종류, 수온 및 pH 수준에 따른 독성 차이만을 比較檢討하였다.

수산동물의 종류에 따라 농약의 독성에 큰 차이가 있다는 사실에 대한 많은 研究報告가 있다. (8,9,11,12,14,15,16,18,19,20,22) 西內<sup>(22)</sup>는 7種의 魚類, 6種의 甲殼類, 8種의 貝類 및 5種의 兩棲類에 대한 각종 농약의 急性毒性을 보고하고 있는데, 有機鹽素系 殺虫劑의 급성독

\* 株式會社 慶農 (Kyung-Nong Corporation, Seoul)

\*\* 서울大學校 農科大學 (College of Agriculture, Seoul National University, Suweon)

\*\*\* 農村振興廳 農藥研究所 (Agricultural Chemicals Institute, ORD, Suweon)

성은 魚類와 貝類에 대하여는 높았다. 甲殼類와 兩棲類에 대하여는 낮았으며, 有機磷系 및 carbamate系 殺虫劑의 급성독성은 甲殼類에 대하여는 높았으나, 魚類, 貝類 및 兩棲類에 대하여는 비교적 낮았고, 砒素劑, 天然殺虫劑, 有機弗素劑 등과 같은 殺虫劑들은 魚類, 甲殼類, 貝類, 兩棲類 등 모두에서 낮은 독성이 나타난다고 한다. 또한 수산동물의 농약에 대한 感受性은 어류와 어류, 갑각류와 갑각류 같이 같은 부류간에는 감수성에 相關이 있으나, 어류와 갑각류, 어류와 패류등 생물의 부류에 차이가 있을 때는 농약에 대한 감수성이 전혀 다른 차이가 있기 때문에, 어느 한종을 통한 독성의 추정은 어렵다고 하였다.<sup>(22)</sup> 水中에서 생활하는 수산동물은 溫度水準에 따라 行動習性에 영향을 받는데, 이와같은 영향은 농약에 대한 감수성에도 큰 차이가 있으리라는 가정하에서 많은 연구보고가 있는데, <sup>(4,11,13,22)</sup> 일반적으로 水溫이 상승함에 따라 농약의 급성독성이 높아지는 경향을 나타내고 있으나, 농약의 종류에 따라서는 수온의 상승에 무관한 것, 수온이 상승함에 따라 독성이 오히려 낮아지는 例도 있다. 그리고 pH에 따라서도 농약의 魚毒性發現에는 많은 영향을 나타내고 있는데, 유기인계, carbamate계 살충제 및 그 밖의 殺菌劑, 除草劑에서는 pH值에 의한 독성발현의 영향은 작았으나, PCP劑등 phenol系 농약, captan, dithianon, sulphone酸系, captafol등의 살균제에서는 pH치가 높아지면 질수록 독성이 크게 낮아졌다고 하고 있으며, paraquat는 pH치가 높아질수록 독성발현이 높아진다고 하고 있다.<sup>(18,19)</sup>

이와 같이 농약의 어독성은 농약의 종류와 수산동물의 종류에 따라 큰 차이가 있을 것이며, 그들의 독성은 또한 수산동물의 생육단계, 水溫, 물의 酸度(pH), 溶存酸素量(DO), 물의 濁度등 여러가지 요인의 지배를 받기 때문에 한 두 요인만으로 수산동식물에 대한 농약의 독성을 평가하여 지표로 삼는 일은 위험을 범할 가능성이 많을 뿐 아니라 환경생물에 대한 農藥의 올바른 安全性評價는 어려울 것으로 본다. 그러므로 급후 우리나라에 있어서 수산동물에 대한 毒性試驗基準의 확립뿐만 아니라, 새로운 평가 기준의 설정이라는 측면에서 볼 때, 魚毒性發現에 관여하는 要因을 연구하는 일이 대단히 중요하다. 따라서 우리나라에서 水稻害虫防除에 가장 많이 사용되고 있는 cartap을 供試하여 몇가지 수산동물에 대한 급성독성을 비교하고 나아가 이들 급성독성발현에 미치는 수온과 pH의 영향을 평가하기 위하여 몇가지 실험을 실시하였다.

材料 및 方法

본 시험에 供試된 淡水産動物은 수원근교에서 수집

Table 1. Freshwater animals tested

| Korean name | Scientific name                          | Total length | Body weight |
|-------------|--|--------------|-------------|
| 금붕어         | <i>Carassius auratus</i> LINNE           | 6.5± 0.1cm   | 5.2± 0.5g   |
| 왜물개         | <i>Aphyocypris chinensis</i> GUNTHER     | 5.0± 0.1cm   | 0.7± 0.1g   |
| 미꾸리         | <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> CANTOR | 10.3± 0.1 m  | 5.0~ 0.5g   |
| 등근물벼룩       | <i>Moina macrocopa</i> STRAUS            | —            | —           |

되었고, 금붕어는 일반 시중에서 구입하여 사용하였으며 그 크기와 체중은 表 1과 같다.

이들을 일정기간 馴化시켜 공시하였으며, 등근물벼룩은 水野<sup>(17)</sup>가 제시한 Banta의 馬糞液法을 이용하여 실내에서 累代飼育하면서 얻어진 成體를 사용하였다. 供試藥劑는 cartap [S, S'-{2-(Dimethylamino) trimethylene} bi(thiocarbamate) hydrochloride] 98.15% 原劑(日本武田製品)이며, 供試水는 수돗물을 放置하여 脫鹽素化한 후에 氣泡發生器로 충분히 aeration시킨 다음 사용하였고, 등근물벼룩에 대한 경우는 증류수에 CaCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 각각 19.7, 8.9, 25.3, 1.1 ppm되도록 첨가시켜 사용하였다. 시험수행 전 수온을 25°C, pH 7, DO를 6~8 ppm, 물의 硬度는 24~30 ppm으로 水質을 均質化시켜 2주간 순화시켰으며, 1日 1回 사료를 공급하고 시험에 들어가기전 2日間 絶食시켰다. 예비시험에서 얻어진 致死率 0%되는 濃度水準과 100% 致死率의 농도수준 사이를 對數值的 간격으로 균등하게 하여 7단계 이상의 농도 수준으로 하였으며, <sup>(5,21)</sup> 供試魚 1마리 當 公시수 1l로 하여 금붕어, 왜물개, 미꾸리 등은 各 濃度當 10마리(公시수 10l)씩 하였으며 등근물벼룩은 50 ml當 등근물벼룩 成體 20마리씩 100 ml비이커에 수용하여 試驗中 aeration은 하지 않고 靜水狀態에서 실시하였다. 금붕어, 왜물개, 미꾸리는 藥劑處理後 3, 12, 24, 48, 96시간에 致死魚類를 조사하였고, 등근물벼룩은 약체처리 3시간 후 解脫能力的의 有無로써 生死判定을 하였으며, 이때 조사된 치사율을 Probit法에 의하여 半數致死濃度(TLm)를 구하였다. 수온에 따른 독성시험은 온도조절기로 수온을 20°C, 25°C, 30°C로 設定하였으며, pH에 따른 독성시험은 CH<sub>3</sub>COONa, CH<sub>3</sub>COOH로써 pH 7용액과 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>를 사용 pH 9용액을 만든 다음 pH 6, 7, 9로 고정시켜 시험하였다. 이때 水中 溶存酸素量은 membrane electrode method로, 硬度는 EDTA titrimetric method로, 水中酸度는 glass electrode pH meter로써 측정하였고, 시험기간 중에는 絶食시켰다.

結果 및 考察

1. 淡水産動物의 種類와 毒性

수온 25°C, pH 7, DO 6~8 ppm, 경도는 24~30 ppm 에서 금붕어, 왜물개, 미꾸리 및 둥근물벼룩에 대한 cartap의 TLM치는 表 2에 表示된 바와 같다.

TLM치는 시간에 따라 차이가 있을 뿐만 아니라, 담수산동물의 종류에 따라 차이를 나타내고 있다. 48시간 TLM值를 볼 때, 가장 感受性反應을 보인 魚種은 미꾸리였으며, 다음은 왜물개, 금붕어順이었다. 둥근물벼룩의 경우는 3시간 TLM值가 공시된 다른 어종들에 비하여 高度의 耐性을 나타내었다. 西內<sup>(22)</sup>에 의하

면, cartap의 독성치(ppm), 48시간 TLM치는 잉어 0.78 ppm, 금붕어 1.1 ppm, 미꾸리 0.11 ppm, 송사리는 0.13 ppm이었고, 둥근물벼룩은 40 ppm 이상으로 보고되고 있는데, 일반적인 경향은 동일하나, 본 시험에서 일어난 48시간 TLM치가 높게 나타나고 있다. 특히 둥근물벼룩에서 큰 차이가 있었는데, 그것이 둥근물벼룩의 生理, 生態의인 차이인지, 아니면 공시된 둥근물벼룩의 抵抗性 獲得與否에서 유래한 것인지에 관해서는 아직 불분명하다. 본 시험에 공시된 물벼룩은 야외 채집을 통하여 실내에서 몇 世代增殖하여 공시된 것이기 때문에, 공시동물 자체에도 문제가 있었을 것으로 본다. 또한 이 결과만으로 cartap의 독성은 魚類에 대하여 강하고, 甲殼類에 대하여는 낮다고 결론을 내리

Table 2. TLM values of cartap to some aquatic animals at 25°C and pH 7

| Test animal                      | Exposure period (hr) | Regression equation    | df | TLM value (ppm) |
|----------------------------------|----------------------|------------------------|----|-----------------|
| <i>Carassius auratus</i>         | 24                   | $Y = 9.312X + 4.554$   | 2  | 1.12            |
|                                  | 48                   | $Y = 7.176X + 5.387$   | 3  | 0.88            |
| <i>Aphyocypris chinensis</i>     | 24                   | $Y = 9.028X + 9.820$   | 3  | 0.29            |
|                                  | 48                   | $Y = 12.150Y + 12.154$ | 3  | 0.26            |
|                                  | 96                   | $Y = 10.697X + 11.692$ | 2  | 0.24            |
| <i>Misgurus anguillicaudatus</i> | 24                   | $Y = 7.428X + 10.556$  | 3  | 0.18            |
|                                  | 48                   | $Y = 3.923X + 8.412$   | 6  | 0.13            |
|                                  | 96                   | $Y = 4.786X + 9.613$   | 6  | 0.11            |
| <i>Moina macrocopa</i>           | 3                    | $Y = 1.145X + 2.152$   | 7  | 306.53          |

는 것은 아직 위험하다고 본다.

2. 水溫과 毒性

pH를 7로 고정하고 수온을 20°C, 25°C, 30°C로 하

였을 때 금붕어, 왜물개 및 둥근물벼룩에 대한 cartap의 TLM치는 表 3과 같다.

TLM치는 공시동물의 종류에 따라 차이가 있을 뿐만 아니라, 수온에 따라서도 차이를 보이고 있다. 금붕어

Table 3. Effect of water temperature on the aquatic toxicity of cartap to the fishes and the water flea at pH 7

| Test animal                  | water temperature (°C) | Regression equation    | df | TLM 48 value (ppm) |
|------------------------------|------------------------|------------------------|----|--------------------|
| <i>Carassius auratus</i>     | 20                     | $Y = 2.965X + 4.745$   | 5  | 1.22               |
|                              | 25                     | $Y = 7.176X + 5.387$   | 3  | 0.88               |
|                              | 30                     | $Y = 5.589X + 5.798$   | 4  | 0.72               |
| <i>Aphyocypris chinensis</i> | 20                     | $Y = 8.929X + 9.397$   | 2  | 0.32               |
|                              | 25                     | $Y = 12.150X + 12.154$ | 3  | 0.26               |
|                              | 30                     | $Y = 4.333X + 8.848$   | 4  | 0.13               |
| <i>Moina macrocopa</i>       | 20                     | $Y = 1.806X + 1.334$   | 6  | 107.26*            |
|                              | 25                     | $Y = 1.145X + 2.152$   | 7  | 306.53*            |
|                              | 30                     | $Y = 2.779X + 0.247$   | 6  | 77.29*             |

\* TLM 3 value (ppm)

와 왜물개의 경우는 수온이 상승됨에 따라 48시간 TLm치가 낮아졌다. 즉, cartap의 금붕어, 왜물개에 대한 毒作用은 높아지는 결과를 나타내고 있으나, 등근물벼룩의 경우는 25°C에서 가장 높은 耐性이 나타났고, 30°C에서 가장 높게 감수성이 나타나고 있다. 그림 1과 2는 pH 7, cartap의 농도를 금붕어는 1.0 ppm, 왜물개는 0.3 ppm으로 고정하고 수온을 달리하였을 때 어류의 死亡率을 시간별로 나타낸 것이다.

그림 1의 금붕어에 대한 사망율을 보면, 32°C에서 사망율이 가장 빠르고 높았으며, 다음은 25°C, 20°C順으로 느리고 낮게 나타나고 있다. 그리고 그림 2의 왜

물개에 대한 사망율을 보면, 역시 30°C에서 사망율이 가장 빠르고 높았으며, 다음은 25°C, 20°C 순으로 느리고 낮게 나타나고 있다. 이 두 그림에서 금붕어는 96시간까지 계속 사망율이 증가하는 경향이 나타나고 있는데 비하여 왜물개에서는 48시간까지 사망율이 급격히 증가하다가 그 이후의 사망율은 증가하지 않는 양상을 보이고 있다. 水溫은 수산동물의 分布, 發育, 生殖, 代謝, 行動 등에 결정적인 역할을 하므로 수온에 따라 농약의 독성발현에도 어떠한 영향을 끼칠 것이라는 點 또한 쉽게 이해할 수 있다. 그러나 문제는 이들 독성발현이 일정 방향으로 영향을 끼치느냐이다.

Macek 등<sup>(13)</sup>은 bluegill과 무지개송어를 공시하여, 농약의 수온에 따른 독성발현을 보고한 바 있는데, 그 결과에 의하면 대부분의 농약이 수온이 상승됨에 따라 感受性이 증가하였으나, methoxychlor는 오히려 감수성이 저하되었고, bluegill에 대한 lindane과 azinphos-methyl은 독성발현에 온도의 영향을 받지 않는다고 하였다. 西內<sup>(22)</sup>의 보고에 의하면 잉어에 대한 농약의 독성발현에 있어서 ECP, ethion, PCNB, DMTP, tetra-thion 등은 수온의 상승과 더불어 독성이 높아지고, pyrethrin, MIPC, DPC 등은 수온의 영향을 받지 않으며, DDT, MCPB-ethyl, folpet 등은 온도의 상승과 더불어 독성이 낮아졌다고 보고하고 있다. 이들 보고와 본 시험의 결과를 비교해 볼 때, 금붕어와 왜물개에 대한 cartap의 독성은 수온의 상승과 더불어 독성이 증대하나 등근물벼룩에 대한 독성은 正方向으로 나타나지 않고 있다. 水溫이 상승함에 따라 독성이 높아지는 것은 수온이 높아질수록 呼吸量이 증대하기 때문에 아가미를 통한 농약의 吸收量이 증가할 뿐만 아니라<sup>(6,10)</sup> 酸素消費量이 증가하면 容器內 溶存酸素量은 낮아지기 때문인 것으로 풀이할 수 있을 것 같다.<sup>(13)</sup> 그러나 등근물벼룩에 대한 독성은 좀 문제가 다른 것 같다. 즉 등근물벼룩의 경우는 호흡량에서의 문제보다도, 그들의 活動適溫과 독성발현의 相關이 있을 것으로 推定된다. 물벼룩에 관한 독성시험이 일반적으로 18~22°C 범위에서 수행되고 있는 것은 바로 이 때문이 아닌가 사료된다.<sup>(7)</sup>

3. pH值와 毒性

수온을 25°C, DO를 6~8 ppm, 硬度를 22~40 ppm으로 고정하고 pH만을 6, 7, 9로 하였을 때, 금붕어, 왜물개, 미꾸리 및 등근물벼룩에 대한 cartap의 TLm치는 表 4, 5에 표시된 바와 같다.

표 4에서 금붕어와 왜물개에 대한 TLm치는 pH가 높아질수록 증대하였다. 그러나 등근물벼룩의 경우에는 TLm치가 pH가 낮은데서 높았고, pH가 높은데서 낮아지는 결과를 보이고 있다. 表 5는 다른 조건을 고

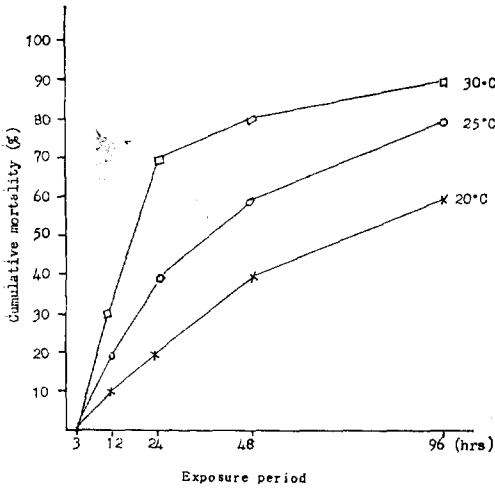


Fig. 1. Cumulative mortality of *C. auratus* by 1.0 ppm of cartap at pH 7 and three water temperature levels

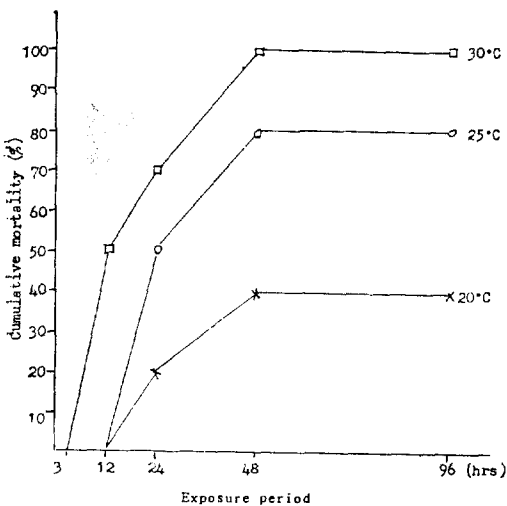


Fig. 2. Cumulative mortality of *A. chinensis* by 0.3 ppm of cartap at pH 7 and three water temperature levels

**Table 4. Effect of water pH on the aquatic toxicity of cartap to the fishes and the water flea at 25°C**

| Test animal                  | pH | Regression equation   | df | TLM 48 value (ppm) |
|------------------------------|----|-----------------------|----|--------------------|
| <i>Carassius auratus</i>     | 6  | $Y = 9.504X + 8.330$  | 2  | 0.45               |
|                              | 7  | $Y = 7.176X + 5.387$  | 3  | 0.88               |
|                              | 9  | $Y = 16.702X + 3.120$ | 2  | 1.30               |
| <i>Aphyocypris chinensis</i> | 6  | $Y = 4.270X + 8.656$  | 3  | 0.14               |
|                              | 7  | $Y = 12.150X + 2.154$ | 3  | 0.26               |
| <i>Moina macrocopa</i>       | 7  | $Y = 1.806X + 1.334$  | 6  | 107.26*            |
|                              | 9  | $Y = 3.531X + 0.777$  | 4  | 43.24*             |

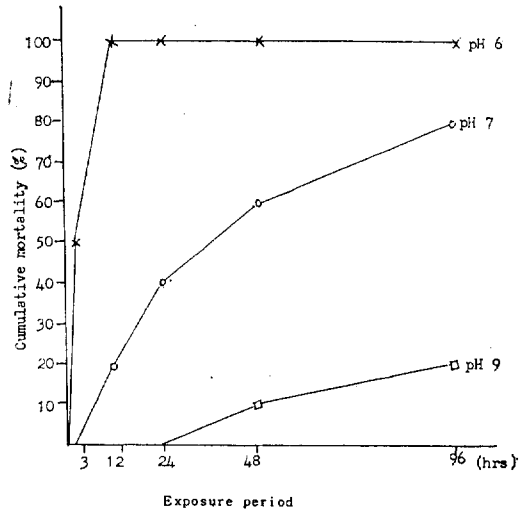
\*TLM 3 value

**Table 5. Effect of water pH on the aquatic toxicity of cartap (0.16 ppm) to *M. anguillicaudatus* at 25°C**

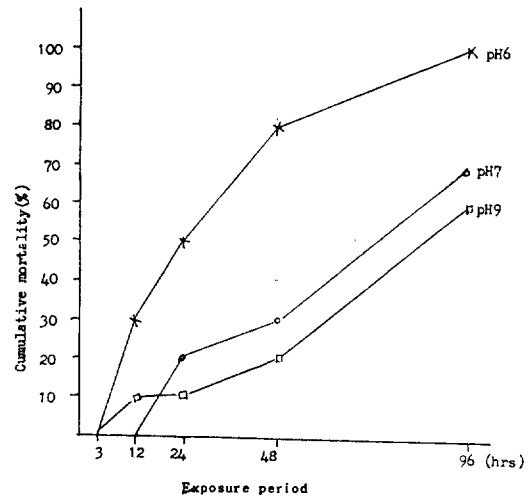
| pH value | Cumulative mortality (%) |    |     |     |         |
|----------|--------------------------|----|-----|-----|---------|
|          | 3                        | 12 | 24  | 48  | 96(hrs) |
| 6        | 0                        | 0  | 0   | 0   | 0       |
| 7        | 0                        | 10 | 60  | 60  | 80      |
| 9        | 0                        | 80 | 100 | 100 | 100     |

정하고 pH치만을 달리하였을 때, 시간별 미꾸리의 累積死亡率을 나타낸 것이다. pH 6에서는 미꾸리 사망율이 나타나지 않았으나 pH 7 보다는 pH 9에서 현저히 높은 사망율이 나타나고 있다. 즉 미꾸리는 금붕어, 왜물개와는 달리 pH치가 높아지면 사망율이 높아지는 결과를 보이는데 이는 동근물벼룩에서와 같은 양상이었다. 그림 3과 4는 수온을 25°C, cartap의 농도를 금붕어에는 1.1 ppm, 왜물개에는 0.2 ppm으로 고정하고 물의 pH를 달리하였을 때, 시간에 따른 累積致死率을 표시한 것이다. 이들 두 그림에서 보면 pH치가 6에서 9로 높아지면서 어류의 사망율이 현저히 낮아졌는데, 그 사망율의 차이는 금붕어에서 훨씬 크게 나타났다.

일반적으로 有機磷系, carbamate系 殺虫劑들은 pH值에 따른 독성발현의 영향은 별로 크지 않으나 PCP와 같은 phenol系農藥, dithianon, sulphone酸系 captafol등의 殺菌劑들은 pH值가 높아짐에 따라 독성이 낮아지고, pH치가 높아짐에 따라 독성이 커지는 paraquat, ECP, DMNP등이 있는 것으로 보고되고 있다<sup>(18,19)</sup> 본 시험 결과에서는 금붕어, 왜물개에 대한 cartap의 독성은 pH치의 상승과 더불어 오히려 독성이 낮아진 데 比하여, 미꾸리 및 동근물벼룩의 경우는 오히려 독성이 높아지고 있다. 그리고 일반적으로 농약의 分解



**Fig. 3. Cumulative mortality of *C. auratus* by 1.1 ppm of cartap at 25°C and three pH value levels**



**Fig. 4. Cumulative mortality of *A. chinensis* by 0.2 ppm of cartap at 25°C and three pH value levels**

速度가 pH에 따라 差異를 보이고 있는데,<sup>(1,2,3)</sup> 여기에서 금붕어, 왜물개 및 미꾸리에 대한 독성발현은 그것으로 어느 정도 설명이 가능한 것으로 보나, 동근물벼룩의 경우는 그렇지 않다. 아직 研究報告는 없으나, 이 문제는 물의 pH에 따른 cartap의 分解速度와 관련시켜 연구를 해야만 구체적인 설명이 가능할 것으로 보며, 동근물벼룩의 경우는 물벼룩의 生活과 發育에 pH가 어떠한 영향을 끼치는 가를 파악할 필요가 있을 것 같다.

이상 실험 결과에서, cartap의 담수産動物에 대한 독성발현은 동물의 종류 뿐만 아니라, 수온, pH에 따라

지배를 받는 사실을 알 수 있었는데 이 결과는 cartap의 담수산동물에 대한 독성을 평가하는 자료로 활용될 수 있다고 본다. 그러나, 농약의 담수산동물에 대한 독성발현에는 본 시험에서 다루어진 요인 이외에도 용존酸素量, 여러가지 水質內容과 濁度, 농약의 劑型 등 여러가지 요인 개개의 연구와 나아가 이들 요인의 복합작용에 관한 연구들이 보완되어야 할 것으로 본다.

要 約

본 시험은 몇가지 淡水産動物에 대한 cartap의 急性毒性 發現에 미치는 動物의 種類, 水溫 및 pH의 영향을 검토하기 위하여 실시하였다. 공시된 담수산동물은 금붕어 (*Carassius auratus* LINNE), 왜물개 (*Aphyocypris chinensis* GÜNTHER), 미꾸리 (*Misgurnus anguillicaudatus* CANTOR) 및 둥근물벼룩(*Moina macrocopa* STRAUS)이었다. 용존酸素量과 물의 硬度는 각각 6~8 ppm, 22~40 ppm으로 고정하고, 水溫의 水準은 20°C, 25°C, 30°C이었고 pH值의 水準은 6, 7, 9이었다. 얻어진 시험 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 水溫 25°C, pH 7에서 cartap의 TLM (median tolerance limit)值는 금붕어, 왜물개, 미꾸리에서 낮았고, 둥근물벼룩에서 높았다. 금붕어에 대한 48시간 TLM值는 0.88 ppm, 왜물개는 0.26 ppm, 미꾸리는 0.13 ppm이었고, 둥근물벼룩의 3시간 TLM值는 306 ppm이었다.

2) pH值를 7로 고정하고, 수온을 20°C, 25°C, 30°C로 하였을 때, cartap의 TLM치는 금붕어와 왜물개에서는 온도의 상승과 더불어 낮아졌으나 둥근물벼룩에서는 25°C에서 가장 높았고 30°C에서 가장 낮았다. 둥근물벼룩에 대한 3시간 TLM值는 20°C에서 107 ppm, 25°C에서 306 ppm, 30°C에서 77 ppm이었다.

3) 수온을 25°C로 고정하고 pH치를 6, 7, 9로 하였을 때, 금붕어와 왜물개는 pH치가 높아질수록 TLM值도 높아졌으나, 둥근물벼룩은 높은 pH치에서 TLM치가 낮아졌다. 미꾸리의 사망율은 pH치가 커질수록 사망율이 현저히 증대하였다.

이상의 결과를 종합적으로 볼 때, cartap의 淡水産動物에 대한 毒性發現度는 동물의 종류뿐만 아니라 水溫과 pH의 영향도 크게 받는데, 그 變化樣相은 要因에 따라 일정하지 않았다.

參 考 文 獻

1. Berger, B. L., Lennon, R. E. and Hogan, J. W.

(1999) : Laboratory studies on an antimycin A as a fish toxicant, *Invest. Fish Control.*, **26**, 1~19. U.S. Dept. of the Interior, Fish and Wildlife Service, Bureau of Sports, Fisheries and Wildlife, Washington, D.C.

2. Berman, K. I., Crossland, N. O. and Wright, A. N. (1967) : The rate of hydrolysis of the molluscicide N-tritylmorpholine, *Bull. World. Health Org.*, **37**, 53.

3. Boyce, C. B. C. and Williams, D. A. (1967) : The influence of exposure time on the susceptibility of *Australorbis glabratus* to N-tritylmorpholine, *Ann. Trop. Med. Parasit.*, **61**, 15.

4. Bridge, W. R. (1965) : *Trans. 3rd Seminar on Bio. Problems in Water Pollution*, U.S. Public Health Service, PHS-999-WP-25.

5. E. P. A. (1975) : *Methods for the Acute Toxicity Tests with Fish, Macroinvertebrates and Amphibians*, The Committee on methods for toxicity tests with aquatic organisms, *Ecological Research Series*, EPA-660-75-009.

6. Ferguson, D. E. and Bingham, C. R. (1966) : The effects of combinations of insecticides on susceptible and resistant mosquito fish, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **1**(3), 97

7. 橋本康 (1965) : 農藥の 生物檢定法, 菅原寬夫, 古山, 編集, pp.243~352, 南江堂.

8. 橋本康(1981) : 農藥實驗法—環境化學及び 分析編, 深見順一, 上杉康彦, 石塚皓造, 富澤長次郎 編集, pp.186~199. ソフトサイエンス社.

9. Henderson, C. and Pickering, Q. H. (1958) : Toxicity of organic phosphorus insecticides to fish, *Trans. Am. Fish. Soc.*, **87**, 39.

10. Holden, A. V. (1962) : A study of the absorption of C<sup>14</sup>-label DDT from water to fish, *Ann. Appl. Biol.*, **50**, 467.

11. Molden, A. V. (1973) : *Environmental Pollution by Pesticides*, Ed. by D. A. Edwards, pp.186~251.

12. Konar, S. K. (1969) : Laboratory studies on two organophosphorus insecticides DDVP and phosphamidon as selective toxicants, *Trans. Am. Fish. Soc.*, **98**, 430.

13. Macek, K. T., Hutchinson, C. and Cope, O. B. (1969) : Susceptibility of bluegills and rainbow trout to selected pesticides, *Bull. Environ. Con*

- iam. Toxicol.*, 4, 174.
14. Macek, K. T. and McAllister, W. A. (1970) : Insecticide susceptibility of some common fish family representatives, *Trans. Am. Fish. Soc.*, 99, 20.
  15. Macphee, C. and Ruelle, R. (1969) : A chemical selectively lethal to squawfish (*Ptochocheilus oregonensis* and *P. umpqua*),
  16. Meyer, F. P. (1965) : The experimental use of guthion as a selective fish eradicator, *Trans. Am. Fish. Soc.*, 94, 203.
  17. 水野壽彦 (1981) : 日本淡水プランクトン圖鑑, pp. 71~94, p. 294. 保育社.
  18. 西内康浩 (1971) : 農藥製劑의 數種淡水産動物에 對する 毒性-X, 水産増殖, 19(4), 129.
  19. 西内康浩 (1971) : 農藥製劑의 數種淡水産動物에 對する 毒性-XI, 水産増殖, 19(4), 151.
  20. 西内康浩 (1973) : 農藥製劑의 數種淡水産動物에 對する 毒性-XXI, 水産増殖, 21(4), 131.
  21. Nishiuchi, Y. (1974) : Testing methods for the toxicity of agricultural chemicals to aquatic organisms, *Japan Pesticides Information*, 18, 15.
  22. 西内康浩 (1981) : 實驗動物としての 魚類—基礎實驗法と 毒性試驗, 江上信雄 編集, p. 380~419.