

農薬の藻類に対する影響評価について

農業環境技術研究所有機化学研究グループ 石原 悟
(農薬動態評価ユニット)

1. はじめに

農薬は生理活性を有し、農地等の開放系で使用されるため、防除対象となる病害虫・雑草以外である非標的生物や生態系に対し有害な影響を及ぼすことが懸念される。そのため、欧米諸国においては、農薬の登録段階で生態影響を評価するシステムが確立されている。しかし、我が国においては一部の水生生物への影響を評価することが登録時の要件となっているものの、生態系全般に対する影響を評価するシステムは整備されておらず、生態系への有害な影響を回避するための仕組みを確立することが重要な課題となっている¹⁾。特に我が国の農薬使用の50%は水稲用であり、水田での農薬管理が必須となっている。水田は河川と水を介してつながっているため、水田で使用する農薬が河川等公共用水に流出し非標的生物に影響を及ぼす危険性は高く、特に湛水状態で田面に直接施用される水田除草剤はその危険性が高い。過去に使用されたPCPのように魚毒性の高い除草剤が水産被害を引き起こしたのは周知の通りである。

2000年に我が国における農薬登録時のテストガイドラインが見直された²⁾。その中で、農薬生態影響評価と関連の深い「水産動植物への影響に関する試験成績」についても新規試験の追加及び現行ガイドラインの改訂が行われ、水産動植物への影響に関する試験成績に藻類生長阻

害試験が追加された。

水界生態系において除草剤による影響を最も受けると考えられる生物は、生態学的食物連鎖の中では藻類などの生産者である。プランクトンを含めた植物群生は水界生態系において一次生産、酸素発生、栄養循環、魚類等の生息・繁殖・隠れ場等として重要な役割を担っている。しかし、これまで日本において非標的生物に対する農薬の影響評価は、経済的有益性の高い魚類や甲殻類に注目して行われていたため、農薬の非標的植物に対する有害性（植物毒性）の知見は乏しいのが現実である。

本稿では農薬の植物毒性に関する評価法を、生態影響評価における各種試験法が最も整備されている米国の状況を例に取り、特に藻類に対する試験法を中心に概説したい。また、筆者が行った水田用除草剤の藻類に対する有害性調査の結果についても併せて紹介する。

2. 農薬の植物毒性に関する評価法

現在OECD(Organization for Economic Co-operation and Development: 経済協力開発機構)では、農薬登録の国際的な調和を目的に物理・化学的性状、環境毒性、分解・濃縮性、毒性の4分野についてテストガイドラインの策定が行なわれている。環境毒性の分野に関しては、17のテストガイドラインが承認されており、植物

表-1 OECDで検討が進められている植物毒性に関するテストガイドライン

No.	テストガイドライン名 試験期間	試験生物種
201	藻類生長阻害試験 (Alga, Growth Inhibition Test) (1984年6月承認)	<i>Selenastrum capricornutum</i> * (緑藻の一種) <i>Scenedesmus subspicatus</i> (緑藻の一種) <i>Chorella vulgaris</i> (緑藻の一種)
208	陸生植物生長試験 (Terrestrial Plants, Growth Test) (1984年4月承認・現在改訂作業中)	部門① <i>Lolium perenne</i> (ホムギ), <i>Oryza sativa</i> (イネ), <i>Avena sativa</i> (エンバク), <i>Triticum aestivum</i> (コムギ), <i>Sorghum bicolor</i> (モロコシ) 部門② <i>Brassica alba</i> (シロカブ), <i>Brassica napus</i> (セイヨウアブラナ), <i>Brassica rapa</i> (カブ), <i>Raphanus sativus</i> (ハルカズイン), <i>Brassica campestris</i> var. <i>chinensis</i> (タアサイ) 部門③ <i>Vicia sativa</i> (ヤズエンドウ), <i>Phaseolus aureus</i> (ブントウ), <i>Lactuca sativa</i> (レタ), <i>Trifolium pratense</i> (アサメグサ), <i>Trifolium ornithopodioides</i> (コマクサ), <i>Lepidium sativum</i> (コショウリ)
221	ウキクサ生長阻害試験 (<i>Lemna</i> sp. Growth Inhibition Test) (ドラフトガイドライン) 7日間	<i>Lemna minor</i> (コウキクサ) <i>Lemna gibba</i> (イボウキクサ)

**Pseudokirchcheniella subcapitata* (renamed³⁾)

毒性に関するテストガイドラインについては2つ (No. 201: 藻類生長阻害試験, No. 208: 陸生植物生長試験) が承認されている。また, ウキクサ生長阻害試験 (No. 221) がまもなく承認されるところであり, 陸生植物生長試験については現行のテストガイドラインを基に2つの個別の試験 (208A: Seedling Emergence and Seedling Growth Test, 208B: Vegetative Vigour Test) に分ける改訂作業も行われている (表-1)。

米国ではEPA (Environmental Protection Agency: 環境保護庁) のもとFIFRA法 (Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act

: 連邦殺虫・殺菌・殺鼠剤法) により, 農薬の登録・使用を監督する規制当局の設置が定められており, 農薬を製造・出荷・販売する者は各種試験データを提出し, 登録をとらなければならない。農薬登録に係わる生態影響テストガイドラインは「生態毒性テストガイドラインリスト (850シリーズ)」として示されており, 米国においても可能な限りOECDのテストガイドラインとの調和がはかられている。植物毒性に関するテストガイドラインについては, グループD (非標的植物テストガイドライン) 及びグループE (微生物に対するテストガイドライン) に

表-2 米国EPAにおける植物毒性に関するテストガイドライン

No.	テストガイドライン名	
	グループD 非標的植物テストガイドライン	
850-4000	非標的植物試験の背景	(Background-Nontarget plant testing)
850-4025	目的とする地域	(Target area phytotoxicity)
850-4100	陸生植物毒性, TierI (芽生え)	(Terrestrial plant toxicity, Tier I (seedling emergence))
850-4150	陸生植物毒性, TierI (生長力)	(Terrestrial plant toxicity, Tier I (vegetative vigor))
850-4200	種子の発芽/根の伸長毒性試験	(Seed germination/root elongation toxicity test)
850-4125	芽生え, TierII	(Seedling emergence, Tier II)
850-4230	初期芽生え生長毒性試験	(Early seedling growth toxicity test)
850-4250	生長力, TierII	(Vegetative vigor, Tier II)
850-4300	陸生植物野外試験, TierIII	(Terrestrial plants field study, Tier III)
850-4400	ウキクサを用いた水生植物毒性試験, TierI, TierII	(Aquatic plant toxicity test using Lemna spp. Tiers I and II)
850-4450	水生植物野外試験, TierIII	(Aquatic plants field study, Tier III)
850-4600	根粒菌・豆科植物毒性	(Rhizobium-legume toxicity)
850-4800	植物摂取・転流試験	(Plant uptake and translocation test)
	グループE 微生物に対するテストガイドライン	
850-5100	土壌微生物群生毒性試験	(Soil Microbial Community Toxicity Test)
850-5400	藻類毒性, TierI, TierII	(Algal toxicity, Tiers I and II)

示されている(表-2)。農薬の非標的植物に対する影響評価法の検討は1970年代後半からEPAのOPP (Office of Pesticide Programs: 農薬プログラム部) で始まり、1982年には「Pesticide Assessment Guidelines Subdivision J, Hazard Evaluation: Non-target Plants」と題した指針が公表されている⁴⁾。この指針では、農薬の非標的植物に対する影響評価法は3段階の評価法(TierI→TierII→TierIII)として示されている。Subdivision Jは米国において植物毒性の評価法の先例を確立したが、1990年代になりこの評価法の欠点及び限界(植物の再生力の評価ができない、試験生物種の不足、野外試験法の改善の必要性、モニタリング手法の改善の必要性等)が示され、この評価法においては多くの除草剤の影響を見過してしまう危険性が指摘された。

現在、米国EPAとカナダ保健省PMRA (Health Canada-Pest Management Regulatory Agency) が協力し1998年よりNAFTA (North American Free Trade Agreement: 北米自由貿易協定) の

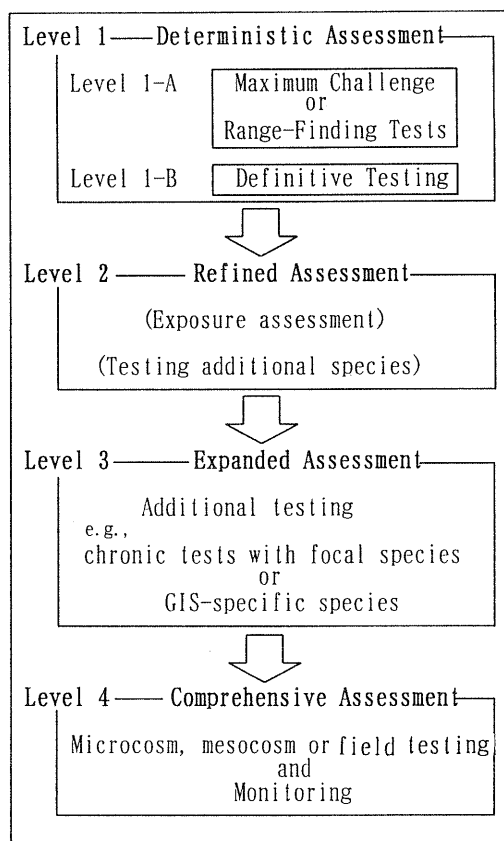


図-1 非標的植物に対する有害性評価法の概要

表-3 米国EPA及びカナダPMRAにおいて推奨されている試験生物種(藻類)

グループ	推奨種	試験方法
淡水藻類 緑藻	<i>Selenastrum capricornutum</i> *	APHA(1998) ⁶⁾ , ASTM(1997a) ⁷⁾ (1998) ⁸⁾ OECD(1984) ⁹⁾ , US EPA(1971) ¹⁰⁾ (1996) ¹¹⁾ Miller <i>et al.</i> (1978) ¹²⁾ , Environment Canada(1992(microplate test)) ¹³⁾
	藍藻 <i>Anabaena flos-aquae</i>	ASTM(1997a) ⁷⁾ , Peterson <i>et al.</i> (1998) ¹⁴⁾ , Nalewajko and Olaveson (1998(microplate test)) ¹⁵⁾
	珪藻 <i>Navicula pelliculosa</i>	ASTM(1997a) ⁷⁾ , Nalewajko and Olaveson (1998(microplate test)) ¹⁵⁾
	海産藻類 珪藻 <i>Skeletonema costatum</i>	US EPA(1996) ¹¹⁾ , Gilbert <i>et al.</i> (1992(microplate test)) ¹⁶⁾ , Blaise <i>et al.</i> (1998(microplate test)) ¹⁷⁾
	渦鞭毛藻 <i>Gonyaulax polyedra</i>	ASTM(1997b) ¹⁸⁾
	or <i>Pyrocystis lunula</i>	
	紅藻 <i>Champia parvula</i>	US EPA(1991) ¹⁹⁾
	黄金色藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	ASTM(1997a) ⁷⁾
グループ	準推奨種	試験方法
淡水藻類 緑藻	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	ASTM(1997a) ⁷⁾ , OECD(1984) ⁹⁾
	<i>Chorella vulgaris</i>	ASTM(1997a) ⁷⁾ , OECD(1984) ⁹⁾
	<i>Chlamydomonas reinhardi</i>	Hess (1980) ²⁰⁾ , Loeppky and Tweedy(1969) ²¹⁾
	<i>Chlamydomonas eugametos</i>	Loeppky and Tweedy(1969) ²¹⁾
藍藻	<i>Microcystis aeruginosa</i>	ASTM(1997a) ⁷⁾ , Peterson <i>et al.</i> (1998) ¹⁴⁾ Nalewajko and Olaveson (1998(microplate test)) ¹⁵⁾ ,
	<i>Anabaena cylindrica</i>	Day and Hodge (1996) ²²⁾
珪藻	<i>Nitzschia sp.</i>	Peterson <i>et al.</i> (1998) ¹⁴⁾ , Nalewajko and Olaveson(1998) ¹⁵⁾
	<i>Craticula cuspidata</i>	Nelson <i>et al.</i> (1999) ²³⁾
海産藻類 珪藻	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	APHA(1998) ⁶⁾ , ASTM(1997a) ⁷⁾
黄金色藻	<i>Macrocyctis pyrifera</i>	Anderson <i>et al.</i> (1998) ²⁴⁾

**Pseudokirchcheniella subcapitata* (renamed³⁾)

もとに、非標的植物に対する有害性評価法の改訂作業が進められている⁵⁾。そこでEPAとPMRAは4段階の新しい評価法を提案している。図-1にその概要を示す。

Subdivision Jでは試験生物種として水生植物で5種、陸生植物で10種の使用が推奨されていた。今回提案された評価法では試験推奨種が増え水生植物で11種、陸生植物で26種の使用が推奨されている。また、陸生植物毒性に対する評価法の枠組みには回復性試験が組み込まれている。

水生植物に対する毒性評価法においては推奨種11のうち藻類が7種を占めている。その内訳は、淡水藻類が緑藻、藍藻、珪藻の3種、海産

藻類が珪藻、渦鞭毛藻、紅藻、黄金色藻の4種である。また、これに加えて、準推奨種として淡水藻類で緑藻4種、藍藻2種、珪藻2種が、海産藻類で珪藻1種、黄金色藻1種が示されている。毒性試験の推奨種である藻類及び推奨される試験方法について表-3にまとめた。

3. 藻類生長阻害試験

農薬等化学物質の藻類に対する有害性評価を目的としたテストガイドラインの基礎は藻類生産の潜在能力(AGP: Algal Growth Potential)を測定する研究にある。AGPを測定する試験は、「生物の増殖は制限栄養物質に支配される」というリービッヒの最少律を基礎にした生物検定で

あり、藻類培養試験 (AAP: Algal Assay Procedure) と呼ばれ、主に湖沼等における富栄養化の評価に用いられていた。AGPに関する研究は1956年Bringmannらによって*Scenedesmus*を用いた研究が最初である²⁵⁾。続いて1964年ノルウェーのSkulbergによって*Selenastrum capricornutum* (renamed: *Pseudokirchcheniella subcapitata*³⁾) を用いた実験が広範囲に実施され²⁶⁾、その基礎が築かれた後、Maloneyらにより詳細な検討が続けられた。そして、米国EPAにおいて1971年に淡水試験法²⁷⁾、続いて1974年に海水試験法の標準法²⁸⁾が制定された。しかし、これらの試験法は藻類生産の潜在能力及び環境水における藻類の生産能力の評価を目的としており、農薬等化学物質の有害性評価を目的としては作られていなかった。有害性評価を目的としたテストガイドラインについては1978年にMillerらが前述のEPAの試験法を毒性試験と

して使用できるよう修正したのを皮切りにASTM (米国材料試験協会: American Society for Testing and Materials), OECD等においても検討が始まり現在に至っている。

4. 水田用除草剤の藻類に対する有害性評価

図-2に4種淡水単細胞性藻類の14種水田除草剤に対する72時間後におけるEC₅₀ (半数生長阻害濃度: 50% Effective Concentration) を示す²⁹⁾³⁰⁾³¹⁾。試験はOECDのテストガイドラインに準じて行い、試験生物種として緑藻2種 (*Selenastrum capricornutum*及び*Chorella vulgaris* (いずれもOECDテストガイドライン推奨種)), 珪藻1種*Achnanthes minutissima*, 藍藻1種*Merismopedia tenuissima* Lemmermannの計4種を用い、供試除草剤として近年日本において出荷が多く使用範囲の広い水田除草剤14種を用いた結果である。この結果よりベンタゾン及びダ

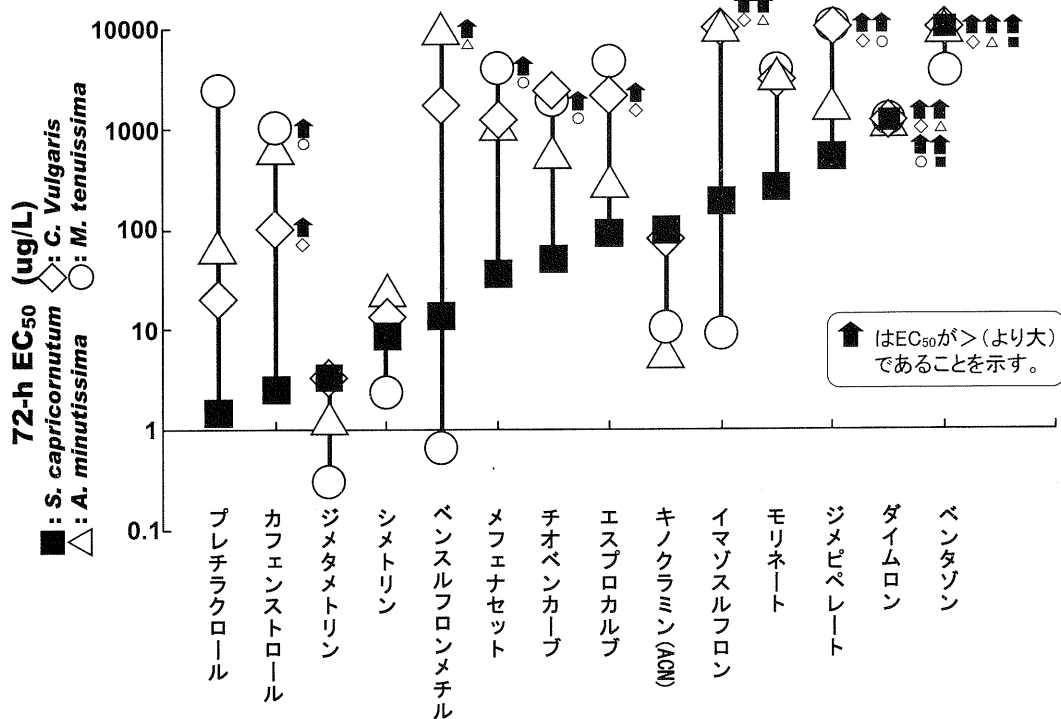


図-2 除草剤に対する藻類4種の感受性差

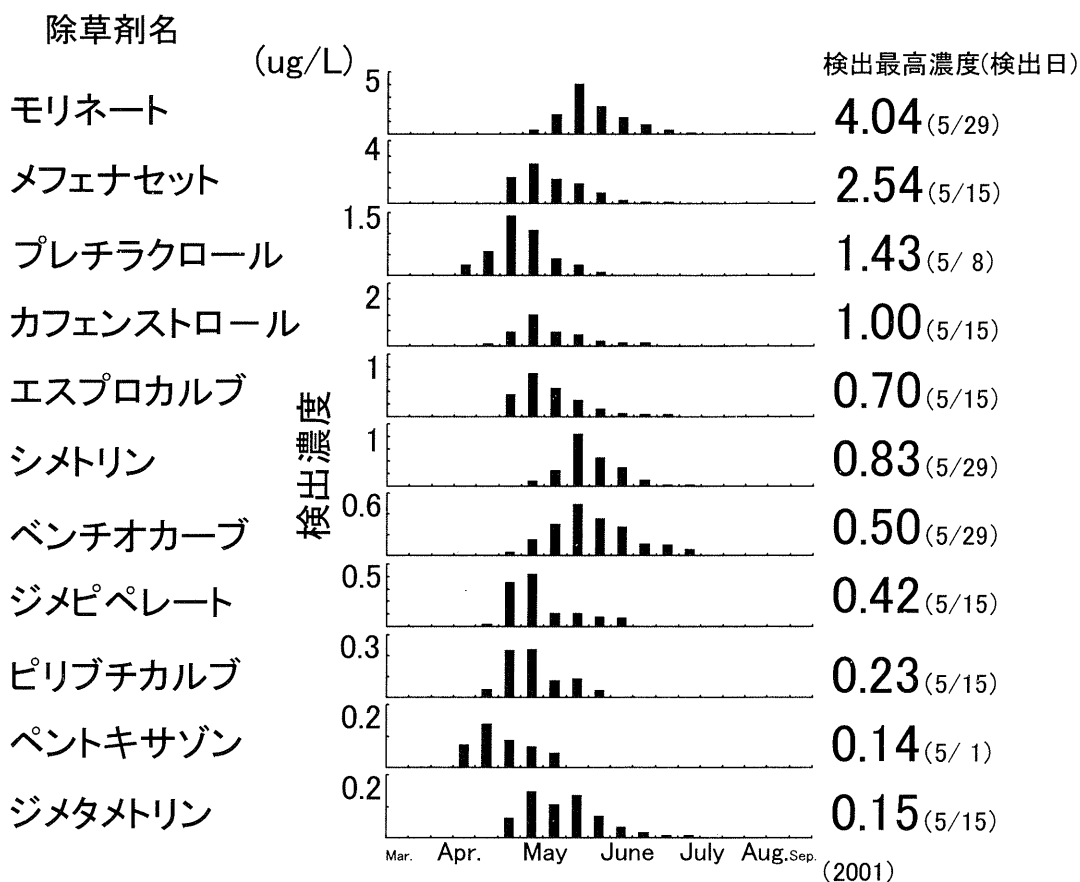


図-3 桜川中流域における除草剤濃度

イムロンの4種藻類に対する有害性が低いこと、トリアジン系除草剤(シメトリン・ジメタメトリン)及びキノクラミン(ACN)に対する4種藻類の感受性差が比較的小さいのに対し、酸アミド系除草剤、カーバメート系除草剤及びスルホニル尿素系除草剤で感受性差が大きいことが分かる。特にベンスルフロンメチルに対する4種藻類の感受性差は大きく、最も感受性の高い種(*M. tenuissima*)と低い種(*A. minutissima*)の間で72h-EC₅₀に1万倍以上も差がある。笠井らは日本各地の河川や水田から分離培養した藻類株56種についてシメトリンの感受性差を調べており、比較的感受性差が少ないと考えられるトリアジン系除草剤シメトリンにおいてもEC₅₀に200倍以上の差(6.5~1500ppb)があるこ

とを明らかにしている³²⁾。

このような結果から、藻類の除草剤に対する感受性差を考えると、適切な影響評価を行うためには複数種の藻類を供試対象として影響を見ることが大切であるといえる。

5. 河川における除草剤の流出実態と藻類に対する有害性

日本では大部分の水田において田植期前後に除草剤が使用されている。水田で使用された除草剤の河川への流出を完全に防ぐことは不可能なため、少なからず水田周辺の河川で流出した除草剤が検出されている。図-3に2001年に茨城県の桜川(霞ヶ浦に流入する河川の一つ)中流域において検出された主な水田除草剤の濃度

を示す³¹⁾。

畠山らは1991年に同河川中流域において農業のモニタリング及び河川水を用い緑藻 *S. capricornutum* に対するバイオアッセイを行っており、除草剤の検出される時期と同調して *S. capricornutum* の生長が抑制されていることを報告している³³⁾。水田除草剤の使用傾向はここ10年で大きく変化を遂げている。近年、新規除草剤の開発が進み、使用される除草剤の種類の増加や、低投量高活性化が進んでおり、以前のように特定の除草剤が高濃度で広範囲に使用されることはなくなっている。それに伴い、水田から流出する各種除草剤の濃度も以前に比べると低下している。2001年に採取した河川水の抽出液（有機画分）を用いバイオアッセイした結果（図-4）では河川水濃度での *S. capricornutum* に対する生長阻害は見受けられなかった。しかし、10倍に濃縮した場合、緑藻（*A. minutissima*）及び藍藻（*M. tenuissima*）で生長阻害を受け

ている結果が得られた³¹⁾。

6. おわりに

農薬等化学物質から生態系を守りその機能と構造を保全するには、群集レベルで継続的・不可逆的な影響を与えないようにすることが基本である。しかし、実際にはすべての生物種に対する影響を把握することは不可能なため、欧米諸国の評価システムにおいても生態系の中で重要な食物連鎖を踏まえ、代表的な生物種に対する影響を把握することにより影響評価が行われている。各種毒性試験（実験室内試験）の結果をそのまま実環境に適応することはできないが、その結果の蓄積は重要なリスク指標となり最終的にはリスク削減へとつながる。

冒頭にも述べたように、生態系全般に対する影響を評価するシステムを確立することが重要な課題となっているが、その検討に当たっては、欧米諸国の考え方や採用されている方式を機械

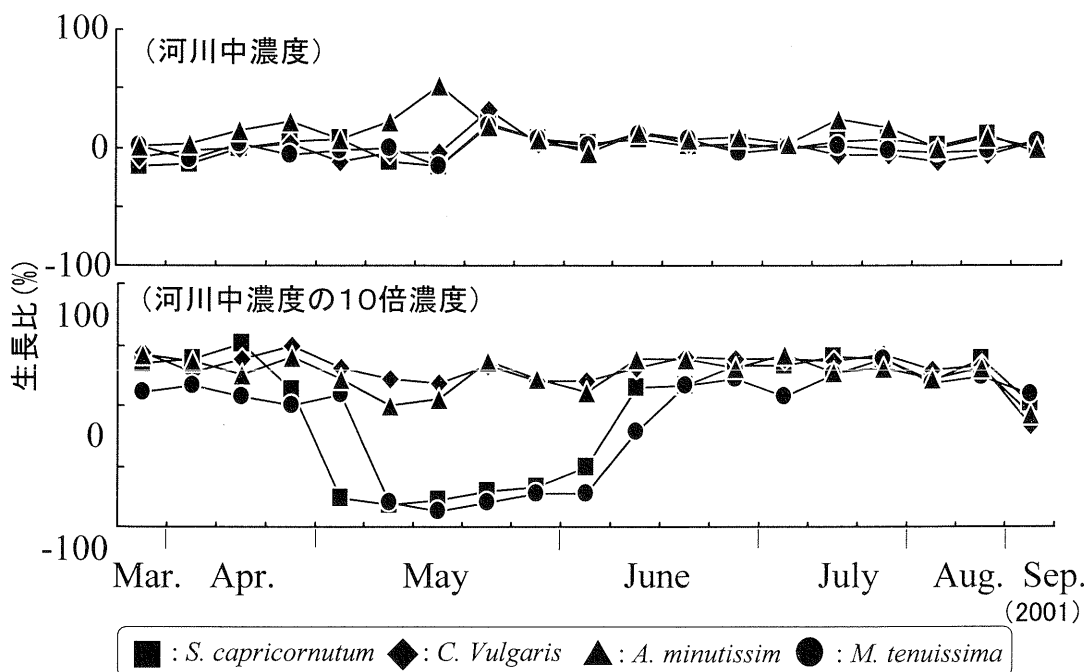


図-4 桜川中流域における抽出物（有機画分）の藻類生長阻害特性

的にそのまま導入するのではなく、気候条件、地形条件、生息する生物の違いと多様性等、日本特有の生態系の成立条件を十分踏まえた上で、日本に適した評価システムを確立する必要がある。

引用文献

- 1) 環境庁委託業務報告書 (株)三菱化学安全科学研究所) 1998. 平成10年度農薬の生態影響評価システム確率調査.
- 2) 農林水産省農産園芸局植物防疫課農薬対策室 2000. 農薬の登録申請に係る試験成績について (平成12年11月24日付け12農産第8147号農林水産省農産園芸局長通知)
- 3) Korshikov 1990. *Pseudokirchcheniella subcapitata* Hindak, F-1990. *Biologice Prace*, 36, 209
- 4) Holst, R.W. and T.C. Ellwanger. 1982. Pesticide Assessment Guidelines Subdivision J, Hazard Evaluation: Non-target Plants. EPA-540/9-82-020. October 1982. 1-55.
- 5) Health Canada and U.S. EPA 2001. Scientific Advisory Panel Briefing June 27-29 2001 Proposal to Update Non-Target Plant Toxicity Testing Under NAFTA
- 6) A.E. Greenberg, L.S. Clesceri and A.D. Eaton. 1998. Biostimulation (Algal Productivity). Section 8111. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. Washington, DC. 8, 42-48.
- 7) American Society for Testing and Materials (ASTM). 1997a. Standard guide for conducting static 96-h toxicity tests with microalgae. Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials. West Conshohocken, PA. Vol. 11.05. E 1218-97.
- 8) American Society for Testing and Materials (ASTM). 1998. Standard practice for algal growth potential testing with *Selenastrum capricornutum*. Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials. West Conshohocken, PA. Vol. 11.05. D 3978-80 (Reapproved 1998).
- 9) OECD. 1984. Alga, Growth Inhibition Test. OECD Guideline for Testing of Chemicals. #201.
- 10) US EPA. 1971. Algal Assay Procedure, Bottle Test. National Eutrophication Program, United States Environmental Protection Agency. Corvallis, Oregon.
- 11) US EPA. 1996. Ecological Effects Test guidelines. OPPTS 850.5400 Algal Toxicity, Tiers I and II. EPA 712-C-96-164.
- 12) Miller, W.E., J.C. Greene and T. Shroyama. 1978. The *Selenastrum capricornutum* Printz Algal Assay Bottle Test. Experimental Design, Application, and Data Interpretation Protocol. U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis, OR.
- 13) Environment Canada. 1992. Biological Test Method: Growth Inhibition Test Using the Freshwater Alga *Selenastrum capricornutum*. Environmental Protection Series. Conservation and Protection. Environment Canada. Ottawa, ON. Report EPS 1/RM/25.

- 14) Peterson, H.G., M. Moody, N. Ruecher, K. Dennison, N. Nyholm. 1998. Development of Aquatic Plant Bioassays for Rapid Screening and Interpretive Risk Assessments of Metal Mining Wastewaters, Year 3 Report. SRC publication No. R-1640-5-C-97.
- 15) Nalewajko, C. and M.M. Olaveson. 1998. Ecophysiological considerations in micro algal toxicity tests. In: Microscale Testing in Aquatic Toxicology: Advances, Techniques, and Practice. Eds. P. Wells, K. Lee, and C. Blaise. CRC Press. Boca Raton, FL. 289-309.
- 16) Gilbert, F., F. Galgani, and Y. Cadiou. 1992. Rapid assessment of metabolic activity in marine microalgae: Application in ecotoxicology tests and evaluation of water quality. Marine Biology. 112, 199-205.
- 17) Blaise, C., R.J.-F. Ferard and P. Vasseur. 1998. Microplate toxicity tests with microalgae: A review. In: Microscale Testing in Aquatic Toxicology: Advances, Techniques, and Practice. Eds. P. Wells, K. Lee, and C. Blaise. CRC Press. Boca Raton, FL. 269-288.
- 18) American Society for Testing and Materials (ASTM). 1997b. Standard guide for conducting toxicity tests bioluminescent din of lagellates. Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials. West Conshohocken, PA. Vol. 11.05. E 1924-97.
- 19) US EPA 1991. Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to marine and estuarine organisms. EPA/600/4-91/003.
- 20) Hess, F.D. 1980. A *Chlamydomonas* algal bioassay for detecting growth inhibitor herbicides. Weed Science. 28(5), 515-520.
- 21) Loeppky, C. and B.G. Tweedy. 1969. Effects of selected herbicides upon growth of soil algae. Weed Science. 17, 110-113.
- 22) Day, K.E. and V. Hodge. 1996. The toxicity of the herbicide metolachlor, some transformation products and a commercial safener to an alga (*Selenastrum capricornutum*), a cyanophyte (*Anabaena cylindrica*) and a macrophyte (*Lemna gibba*). Water Quality Research Journal Canada. 31(1), 197-214.
- 23) Nelson, K.J., K.D. Hoagland and B.D. Siegfried. 1999. Chronic effects of atrazine on tolerance of a benthic diatom. Environmental Toxicology and Chemistry. 18 (5), 1038-1045.
- 24) Anderson, B.S., J.W. Hunt and W. Piekariski. 1998. Recent advances in toxicity test methods using kelp gametophytes. In: Microscale Testing in Aquatic Toxicology: Advances, Techniques, and Practice. Eds. P. Wells, K. Lee, and C. Blaise. CRC Press. Boca Raton, FL. 255-268.
- 25) Bringmann, G. and R. Kuhn 1956. Der Algan-Titer als Masstab der Eutrophierung von Wasser und Schlamm. Gesundheitsingenieur, 77, 374
- 26) Skulberg, O. M. 1964. Algal Problems Related to the Eutrophication of Water

- Supplies, and Bioassay Method to Assess Fertilizing Influences of Pollution on Inland Waters. In D. F. Jackson (ed.), Algal and Man. Plenum Press, New York.
- 27) U. S. Environmental Protection Agency 1971. Algal assay Bottle Test, National Eutrophication Research Laboratory
- 28) U. S. Environmental Protection Agency 1974. Marine algal assay Procedure Bottle Test, National Eutrophication Research Laboratory
- 29) 石原悟ら 2001. 農薬の藻類に対する影響評価 (第2報) - 2種類の単細胞緑藻に対する感受性の比較 -. 日本農薬学会第26回大会講演要旨集 141.
- 30) 石原悟ら 2001. 単細胞藻類の除草剤に対する感受性の比較. 日本雑草学会第40回講演会講演要旨集. 91.
- 31) Ishihara S., Horio T., Kobara Y., and Ishii Y. 2001. Effect of several herbicides on algal production. SETAC 22nd Annual Meeting Abstract Book 206
- 32) F.Kasai, N. Takamura and S. Hatakeyama 1993. Effects of Simetryne on Growth of Various Freshwater Algal Taxa. Environmental Pollution 79, 77-83.
- 33) 畠山成久・福嶋悟・笠井文絵・白石寛明 1992. 河川の藻類生産に及ぼす除草剤の影響評価. 陸水学会誌53-4, 327-340

省力タイプの高性能一発処理除草剤シリーズ

問題雑草を一掃!!



クサストップ協議会 デュボン株式会社 三菱化学株式会社
事務局 日本農薬株式会社

お問い合わせ先



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届くところには置かないでください。●空容器は固めに放置せず、環境に影響のないように適切に処理してください。