

タイ国における魚を殺す水生雑草

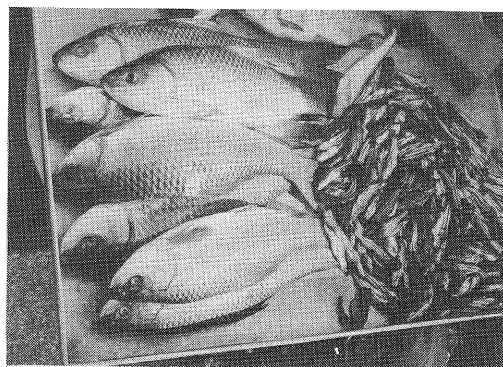
東北農業試験場 原田二郎

1. はじめに

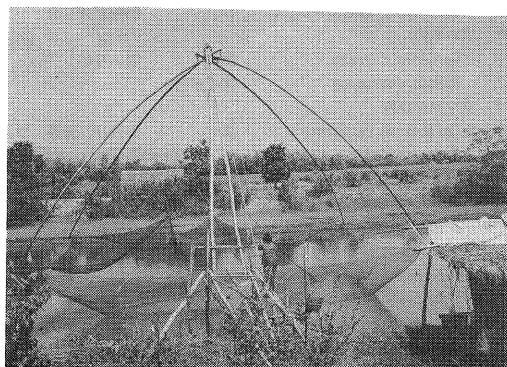
タイの田舎を旅していると、夕方水田わきの水路や池などで釣糸を垂れている主婦の姿をよくみかける。釣を楽しんでいるのではなく今晩のおかずを釣っているのである。スポーツフィッシングもバンコックの外まではまだ普及していない。タイ中央平原のクリークや河川には大型の四つ手網がしかけられ（第1図）、投網や魚伏籠を手にグループで漁をしている光景にもでくわす。竹や藤で作った梁やもんどり（サイやロープ）による漁や、マメ科の *Derris* 属植物などを用いた毒流し漁も行なわれているようである。市場には淡水魚があふれ（第2図）、またタイ料理もプラチョンペッサ（雷魚のスープ）やプラーラー（東北弁でプラーデーク、一種のなれずし）で代表されるように淡水魚を材料と

したものが以外に多い。タイでは淡水魚は貴重な蛋白源で、陸水環境はその重要な生産の場となっているのである。

しかし毎年乾季になると、原因不明のまま大量の魚が死んで新聞をにぎわす。筆者は1984年から1987年までタイ雑草研究プロジェクトに参加中魚死の原因解明のお手伝いをした経験があり、その概要を紹介する。



第2図 市場で売られる淡水魚
（ナコンサワン県）



第1図 大型の四つ手網による漁
（ナコンナヨック県）

2. 魚毒植物

魚毒物質を含む植物を利用した毒流し漁は東南アジアを中心に世界の各地にみられ、古く日本でも行なわれていた記録がある。毒流し漁で使用される植物を第1表に示した。マメ科とトウダイグサ科に属する植物が圧倒的に多いが、その他広く33科におよび、予想外に多くの植物

第1表 毒流し漁に使用される魚毒植物
(松原 1970, 河津 1972 に加筆)

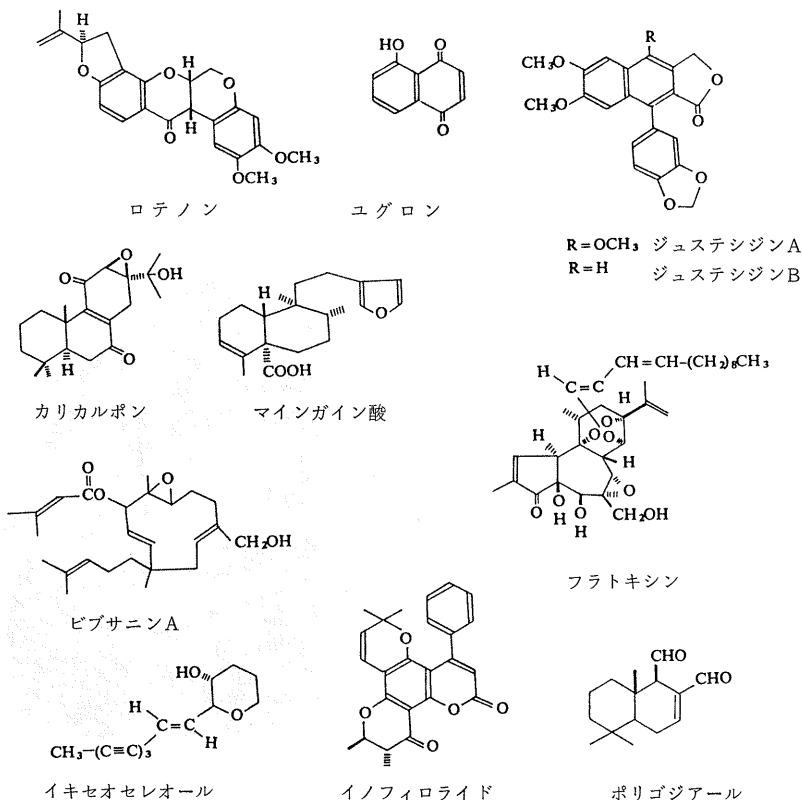
種 名	使用部位	使用地域
ヤマモモ科		
<i>Myrica sapida</i>	樹皮	カシー山地
クルミ科		
<i>Juglans mandshurica</i>	根・実	日本(奥吉野), アッサム
タデ科		
<i>Polygonum hydropiper</i>	葉	日本(豊前, 球磨)
<i>P. orientale</i>	葉	オーストラリア
ツヅラフジ科		
<i>Anamirta paniculata</i>	果実	
<i>Cocculus indicus</i>	根	ボルネオ
<i>Cissampelos pareira</i>	根	
<i>Stephania hernandifolia</i>	根	オーストラリア
ツバキ科		
<i>Camelia drupifera</i>		ベトナム
<i>Schima likiuensis</i>	樹皮	沖縄
<i>Ternstroemia</i> sp.	樹皮	フィリピン
オトギリソウ科		
<i>Calophyllum inophyllum</i>	葉・実	マレー
<i>C. muscigerum</i>	樹皮	
フウチョウソウ科		
<i>Gynandropsis gynandra</i>	種子	上ナイル, インド
トベラ科		
<i>Pittosporum ferrugineum</i>	葉・実	ジャワ, マレー
マメ科		
<i>Acacia catechu</i>	根	アッサム
<i>A. procera</i>	樹皮	
<i>A. saponaria</i>	樹皮	
<i>Derris elliptica</i>	根	ボルネオ, フィリピン, マレー
<i>D. montana</i>	根	ジャワ, スマトラ, タイ
<i>D. pubipetala</i>	根	ジャワ
<i>D. robusta</i>		
<i>D. scandens</i>	乳液	カンゲアン諸島
<i>Entada phaseoloides</i>	実	フィリピン, セイロン
<i>Gleditsia japonica</i>	実・樹皮	日本(東北)
<i>Lonchocarpus sericeus</i>		南アメリカ, アフリカ
<i>Milletia ichthyochtona</i>	種子	オーストラリア
<i>M. sericea</i>	根	ベトナム
<i>M. taiwaniana</i>	実	台湾
<i>Pachyrrhizus erosus</i>	種子	
<i>Pithecellobium ellipticum</i>	樹皮	
<i>Pongamia pinnata</i>	種子・根	インドネシア, オーストラリア
<i>Robinia pseud-acacia</i>		南アメリカ
<i>Tephrosia candida</i>	根皮・葉	
<i>T. toxicaria</i>	樹皮	南アメリカ(アンデス)
<i>T. vogelii</i>		熱帯アフリカ
コカノキ科		
<i>Erythroxylon cuneatum</i>		ルソン島
トウダイグサ科		
<i>Alchornea parviflora</i>	全草	フィリピン
<i>Cleistanthus collinus</i>	葉	インド
<i>Euphorbia antiquorum</i>	乳液	西ボルネオ
<i>E. neriifolia</i>	葉	フィリピン
<i>E. tirucalli</i>	乳液	フィリピン
<i>E. trigona</i>	乳液	西ボルネオ
<i>Excoecaria agallocha</i>	乳液	ニューカレドニア
<i>E. cochinchinensis</i>	乳液	インドシナ
<i>Hura crepitans</i>	乳液	熱帯アメリカ
<i>Jatropha curcas</i>	乳液	フィリピン
種 名	使用部位	使用地域
<i>Mallotus apelta</i>	種子	インドシナ, マレー
<i>M. philippinensis</i>	乳液	スマトラ
<i>Sapium indicum</i>	実	マレー, インド
ミカン科		
<i>Acronychia laurifolia</i>	根	インドシナ
<i>A. odorata</i>	樹皮	インドシナ
<i>A. resinosa</i>	樹皮	インドシナ
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	樹皮, 実	日本(奥吉野)
センダン科		
<i>Dysoxylon arborescens</i>		スマトラ
<i>Melia azedarach</i>		インド
<i>Walsura piscidia</i>	樹皮	インド
ムクロジ科		
<i>Sapindus saponaria</i>	種子, 実	南アメリカ
<i>Serjania</i> sp.		アマゾン
ツゲ科		
<i>Buxus rolfei</i>	実	フィリピン
シナノキ科		
<i>Grewia</i> sp.		インドシナ
アオギリ科		
<i>Pterospermum diversifolium</i>	根皮	インドシナ
ジンチョウゲ科		
<i>Wikstroemia ridleyi</i>	樹皮	マレー
イイギリ科		
<i>Casearia graveolens</i>	実	インド
<i>C. tomentosa</i>	実	インド
サガリバナ科		
<i>Barringtonia</i> sp.	種子, 樹皮	
セリ科		
<i>Hydrocotyle javanica</i>	葉	スンダ, ボルネオ
セイロン		
サクラソウ科		
<i>Anagallis arvensis</i>	全草	沖縄
ヤブコウジ科		
<i>Aegiceras corniculatum</i>	樹皮	ジャワ
<i>Maesa cumingii</i>	葉	フィリピン
<i>M. pyrifolia</i>	樹皮	ジャワ
カキノキ科		
<i>Diospyros ebenaster</i>	実(未熟)	西インド諸島
<i>D. lucida</i>	実	スマトラ
<i>D. wallichii</i>	実	タイ, マレー
エゴノキ科		
<i>Styrax japonica</i>	実	日本
キョウチクトウ科		
<i>Thevetia peruviana</i>	材	熱帯アメリカ
アカネ科		
<i>Gardenia curranii</i>	実	フィリピン
<i>Randia dumetorum</i>	実(未熟)	
クマツヅラ科		
<i>Callicarpa candicans</i>	葉	カロリン諸島, フィリピン
<i>Vitex trifolia</i>		
キツネノマゴ科		
<i>Justicia hayatai</i>		
var. <i>decumbens</i>	全草	台湾澎湖島
スイカズラ科		
<i>Viburnum awabuki</i>	葉	沖縄
キク科		
<i>Ichthyothere terminalis</i>	葉	アマゾン下流
<i>Spilanthes acmella</i>	全草	ビルマ
ヤマノイモ科		
<i>Dioscorea tokoro</i>	根	日本(奥吉野)
シュロ科		
<i>Rhapis cochinchinensis</i>	実	ベトナム

が利用されていることがわかる。当然これらの植物から化学者の手で魚毒物質が単離され、その化学構造が明らかにされてきた(第3図)。マメ科の *Derris elliptica*, *D. montana*, *D. pubipetala* などの根から単離されたロテノン, クルミ科の *Juglans mandshurica* オニグルミの根および果実から単離されたユグロン, キツネノマゴ科の *Justicia hayatai* var. *decumbens* ケバノキツネノマゴに含まれるジュステシジンAとB, クマツヅラ科の *Callicarpa candicans* ウオトリシキブに含まれるカリカルボン, *C. maingayi* のマインガイン酸, ドウダイグサ科の *Hura crepitans* の乳液に含まれるフラトキシン, スイカズラ科の *Viburnum awabuki* サンゴジュの葉から単離されたビブサニンA, オトギ

リソウ科の *Calophyllum inophyllum* テリハボクの葉および種子に含まれるイノフィロライド, キク科の *Ichthyothere terminalis* の葉に含まれるイキセオセレオール, タデ科の *Polygonum hydropiper* ヤナギタデから筆者らによって単離されたポリゴジアルなどである。しかしこれらの植物も魚の住む陸水環境から遠く離れた場所に生育する場合が多いので, 人為的に河川に搬入されないかぎり魚死の原因となることはとうてい考えられないであろう。

今から6年ほど前, 筆者は北陸農業試験場でタデ科雑草のアレロパシーの研究をしていた。当時福岡県農業試験場豊前分場から研修にこられ一緒に仕事をしていた矢野雅彦氏から, 子供の頃タデで魚を取った話を聞いた。かんで辛い

タデだけを選んで用いたというので, それがヤナギタデであったと推定される。魚毒物質と生育阻害物質との関連性が考えられたので, さっそく生育阻害活性を調べるイネ苗を用いたバイオアッセイに加えて, 水路から取ってきたメダカを用いて魚毒活性も調べてみることにした。その結果, ヤナギタデは強い魚毒活性を示すことが明らかと



第3図 植物から単離された魚毒物質の化学構造

なり、チャコール-セライトカラムクロマトグラフィーと薄層クロマトグラフィーを用いて活性画分を精製し、赤外分光分析により魚毒物質はセスキテルペン的一种ポリゴジアルと同定された。この物質は強い魚毒活性と同時に植物生育阻害活性も示し、その後他の多くのタデ科雑草も両活性を同時に示すことが明らかとなった。

これらの研究成果は、1983年12月にフィリピン国マニラ市で開催された第9回アジア太平洋雑草学会議で発表し幕を閉じたが、ヤナギタデの場合には前述した多くの魚毒植物と違い水田など陸水環境にも生育する点で、魚死の原因ともなりうる可能性を秘めている。しかし、このような考えに行きつくには、日本の陸水環境は工場や家庭からの廃水、農薬の使用などであまりにも汚れ過ぎていた。

3. 魚毒を示す水生雑草

筆者がタイに赴任した当時、魚死の原因としてパラコートがやり玉にあげられていた。パラコートは比較的価格が安いこともあって、ホテイアオイなど水生雑草の防除にも各地で使用されていたからである。しかし、筆者にはとうてい信じられないことであった。その理由は、しばしば魚が死ぬ東北タイなどではパラコートはほとんど使用されていないこと、それに、タイ国の河川の水は土壤の微粒子を含んで濁り、パラコートを希釈するために使用すると有効成分は土壤粒子に吸着されて効果は著しく低下してしまうからである。

こんなわけで、筆者はすぐに前述したヤナギタデを思いうかべた。この植物はタイではあまりみられないが、代って *Polygonum tomentosum* が陸水環境をびっしりと覆っている。

それにタデ科以外の植物でも魚毒活性を示すものがみつかるかもしれない。こうして水生雑草や陸水環境の近くに生育する植物の中から魚毒活性を示す植物の検索が開始された。幸いバイオアッセイに用いるメダカの代りにグッピー *Lebistes reticulatus* が附近の水路から容易に取ることができた。その結果第2表に示したように、54種の植物の中から12種が魚毒活性を示すことが明らかとなった。

第2表 魚毒を示す水生雑草

(Zungsontiporn ら、未発表)

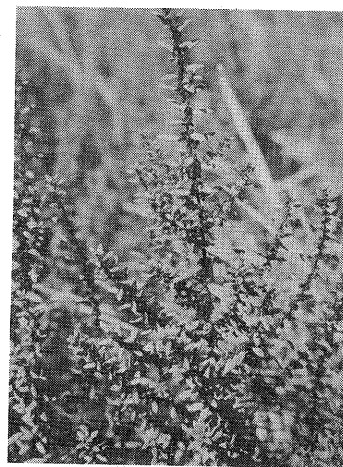
学 名	科 名
<i>Ammannia baccifera</i>	ミ ソ ハ ギ
<i>Polygonum tomentosum</i>	タ デ
<i>Dysophylla stellata</i>	シ ソ
<i>Sphenoclea zeylanica</i>	ナガボノウルシ
<i>Bacopa monnieri</i>	ゴマノハグサ
<i>Mimosa pigra</i>	マ メ
<i>Neptunia natans</i>	マ メ
<i>Sesbania aculeata</i>	マ メ
<i>Ipomoea aquatica</i>	ヒ ル ガ オ
<i>Centrostachys aquatica</i>	ヒ ユ
<i>Potamogeton malaianus</i>	ヒ ル ム シ ロ
<i>Pistia stratiotes</i>	サ ト イ モ

これら12種の植物の中では、*Ammannia baccifera* シマミソハギ(第4図)、*P. tomentosum* (第5図)、

Dysophylla stellata、*Sphenoclea zeylanica* ナガボノウルシ、*Bacopa monnieri*

オトメアゼナの5種が最も活性が強い。

シマミソハギ



第4図 魚毒活性を示す雑草シマミソハギ (*Ammannia baccifera*)

は稲刈り跡の水田や水路わきで普通にみかける雑草で、魚の死ぬ乾季に特に生育が旺盛となるように思われる。*P. tomentosum* はタイでは水辺のいたるところに群生する。



第5図 魚毒活性を示す雑草
(*Polygonum tomentosum*)

D. stellata は東北タイの陸水環境に特に多く分布している。ナガボノウルシは水田の強害雑草で、オトメアゼナは海に近い水辺に多くみられる雑草である。

Mimosa pigra は北部タイの河川やダム周辺に群生し草丈が2mにも達する雑木で、防除上大きな問題となっている。この植物もそれほど強くはないものの魚毒活性を示し、また水辺の植物ではないが同属の雑草 *M. pudica* オジギソウや *M. invisa* オオオジギソウにも同様の活性が認められる。これらの植物には家畜に中毒を引き起すアミノ化合物ミモジンが含まれることが知られており、これが魚毒物質となっている可能性も考えられるが、同様にミモジン含有する *Leucaena leucocephala* イピルイピル(ギンネム)やその変種ジャイアントイピルイピルは全く活性を示さないのどうやら別の物質のようである。

緑肥として利用される *Sesbania aculeata* など弱いながら魚毒活性を示すので、水田に多量にすきこまれることを考えると、水田養魚を行なっている地域では十分な注意が必要

であろう。

4. 魚毒物質の単離同定

前記12種の魚毒を示す雑草の中で最も強い活性を示したシマミソハギから、魚毒物質の単離を試みた。活性成分は極性の高いメタノールから低い *n*-ヘキサンまで各種の有機溶媒で抽出が可能である。活性成分は水とアセトンの混合液(60/40~0/100 V/V)による10%毎の段階溶出法を用いたチャコール-セライトカラムクロマトグラフィーで精製した結果、0/100フラクションに溶出された。さらに薄層クロマトグラフィーを用いて、*n*-ヘキサン/酢酸エチル(9/1 V/V)で展開した結果、紫外線光下で *R_f* 0.10, 0.65, 0.85, 0.95の4つのゾーンが検出された(第6図)。そのうち *R_f* 0.65の物質だけが強い魚毒活性を示し、その紫外吸光スペクトルは第6図のように244nmに最大値を示した。

魚毒物質を同定するため、活性画分をキャピラリーカラムクロマトグラフィーで分析した結果(第7図)、主要なピークAと2つのマイナーピーク(B, C)が認められ、さらにガスクロマトグラフ質量分析を行なったところフラグメントイオンピークはそれぞれA(158M⁺, 130, 104, 102, 76, 第7図), B(174M⁺, 158, 146, 130, 118, 105, 102, 89, 76), C(188M⁺, 174, 158, 130, 116, 102, 87, 76)を示し、このうち主要な成分は α -ナフトキノンと同定された。本物質はこれまで魚毒物質としてオニグルミから単離されたユグロンや藻類に卓効を示すが魚毒に問題がある除草剤ACN(モゲトン)と類似の化合物である。

合成した α -ナフトキノンを用いてグッピーに対する50%致死濃度を調べた結果、TL₅₀(24

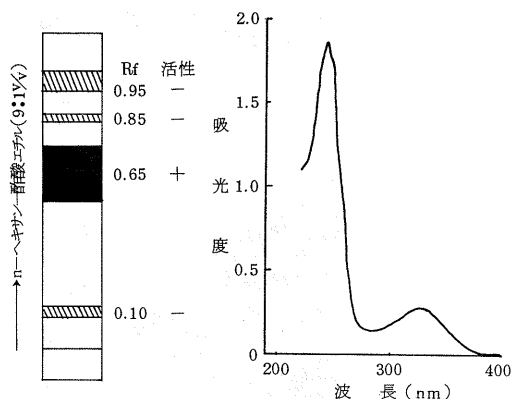
h) は 0.09 ppm であった。これまで知られている魚毒物質の TL₅₀, フラトキシン: 0.0014 ppm, ジュステシジン A: 0.02 ppm, B: 0.04 ppm, カリカルボンやロテノン: 0.04 ppm, ビブサニン A: 0.1 ppm, ムニンヒメツバキのサポニン: 1.5 ppm, シスデハイドロマトリカリアエステル: 2 ppm, マインガイン酸: 4.7 ppm, イノフィロライド: 5 ppm などと比較すると α -ナフトキノンは中等の活性を示す物質といえよう。また、紫外吸光法を用いてシマミソハギの体内に含まれる α -ナフトキノンを定量したところ、地上部生体重 1 g 当たり 78 μ g 含有することが明らかとなった。この点からみて魚を殺すに十分な量の魚毒物質がタイの陸水環境のあちこちに存在することになる。シマミソハギは日本にも中国地方に分布することが確認されている。一度この植物を用いて毒流し漁を行なってみたいと密かに考えているが、日本では毒流し漁は法律で禁じられているとかで、とうてい実現しそうにもない。

シマミソハギ以外の植物に含まれる魚毒物質についても現在タイ農業局植物雑草研究部で単離同定中であるが、これらの植物がタイ各地でみられる魚死の原因となっている確証はえられていないものの、養魚のさかんなタイ国においては、養魚池の附近に生育したこれらの雑草を刈り取った場合池に投げ入れたり、近くにそのまま放置したりすることは厳につつまなければならぬとは言えそうである。また、今後養魚池の附近にこれらの魚毒植物を生やさないような雑草管理も重要な課題となろう。

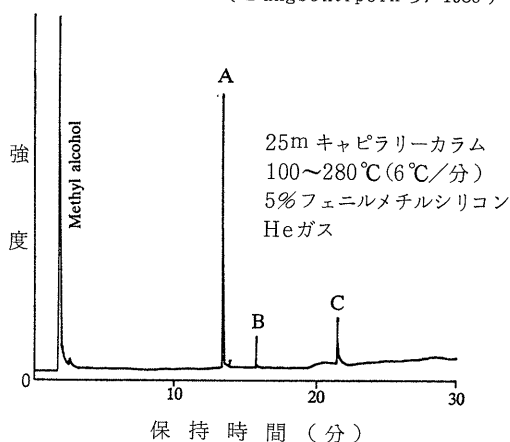
5. お わ り に

— 魚の死んだ現場をみる —

1984年の12月に、東北タイで大量の魚が死ん



第6図 シマミソハギに含まれる魚毒活性画分の薄層クロマトグラム(左)と活性ゾーン(Rf 0.65)の紫外吸光スペクトル(右)
(Zungsontipornら, 1986)



第7図 シマミソハギに含まれる魚毒物質のガスクロマトグラム(上)と主要成分Aのマススペクトログラム(下)
 α -ナフトキノンと同定された。
(Zungsontipornら, 1986)

だという記事が新聞にのった。さっそくバンケンにある陸水面水産研究所で情報をしいれ、筆者のカウンターパートの一人シリポーン嬢と共にバンコックから460 kmほど離れたスリンまで一気に車を走らせた。減水した水路や溜池など

におびたしい魚の死骸がみられ、その地域はブリーラム、スリン、シーサケットなど3県におよび、11日から3日間各地を調査して回った。このあたりは今が稲刈りの最中で、東北タイの中でも特に貧しい農家が多く、殺菌殺虫剤、除草剤などの農薬は全く使用されていない。刈跡には *Xyris indica* や *Eriocaulon henryanum* などの雑草が認められ、塩性土地帯であることをうかがわせる。さらに予想した通り、筆者らがこれまで調べてきたシマミソハギ

や *D. stellata* などの魚毒植物も魚が死んだあたりにびっしりと繁茂しているのではないか。おそらく魚の死因として減水による塩分などの濃縮と酸素欠乏とが大きく関与しているものと思われるが、それに加えて水生雑草に含まれる魚毒物質もその一因となっている感を増々深めてバンコックへもどった。結局この調査で魚死の原因は明らかにできなかったが、今後タイの研究者自身の手でその因果関係が解明されることを期待しつつ筆を置く。

参 考 文 献

1. Harada, J. 1986. Allelopathy and fish-toxicity of weeds. Weeds and the Environment in the Tropics (Ed. K. Noda and B. L. Mercado), APWSS-JICA Bangkok, 173~200.
2. 原田二郎・矢野雅彦. 1983. ヤナギタデに含まれる生理活性物質. 日作紀 52 (別1): 113~114.
3. Harada, J. and M. Yano 1983. Plant growth inhibiting substance contained in *Polygonaceae* weeds. Proc. 9th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf. 71~75.
4. 河津一儀 1972. 魚毒植物の活性成分. 有機合成化学 30: 615~628.
5. 河津一儀 1977. 魚毒植物に含まれる生理活性物質の単離. 天然有機化合物実験法 — 生理活性物質の抽出と分離 (名取信策, 池川信夫, 鈴木真言編), 講談社, 東京, 290~302.
6. 河津一儀 1978. 殺魚性植物成分. 生理活性天然物質 (柴田承二ら編), 医歯薬出版, 東京, 280~283.
7. 松原正毅 1970. 焼畑農耕民のウキとなれずし. 季刊人類学 1 (3): 129~154.
8. 矢野雅彦・原田二郎 1983. タデ科雑草の魚毒性. 雑草研究 28 (別): 167~168.
9. Zungsontiporn, S., C. Premasthira and J. Harada 1986. Piscicidal substance contained in *Ammannia baccifera* L. Proc. 10th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf. 452~457.