関西自然保護機構会誌 23 (2) : 99－107, 2001

原 著

ため池のカワバタモロコ個体群の変動

兵庫県立姫路工業大学／兵庫県立人と自然の博物館　田 中 哲 夫
兵庫陸水生物研究会　山 科 ゆみ子
藤井寺工業高校　三 浦 康 弘

Population fluctuation of the cyprinid fish, *Hemigrammocypris rasborella*, in an irrigation pond. Tetsuo Furukawa-Tanaka (*Himeji Institute of Technology／Museum of Nature and Human Activities, Hyogo*), & Yumiko Yamashina (*Freshwater Biological Society of Hyogo*), & Yasuhiro Miura (*Fujiidera Technical Highschool*)

はじめに

コイ科のカワバタモロコ *Hemigrammocypris rasborella* は，東海地方から九州北部にかけて分布している（川那部 1987）。本種はかって，河川の下流域や農業水路，ため池などの水域にごく普通に生息していたといわれている。しかし現在は，1999 年環境庁指定の「絶滅危惧種」に指定されるまでに減少してしまった。河川改修や圃場整備の実施などによって，河川・わんど・内湖・水路・田圃・ため池と連続していた水域ネットワークが分断され移動が困難になったこと，生息場所自体の悪化が進行したこと，強力な捕食者・競争者であるオオクチバスやブルーギルが侵入したことなどがその減少に影響していると考えられる。

本報では，カワバタモロコの基本的な生活史の記載と個体数の変動，さらにその減少要因の一つと考えられる，ため池の生息場所自体の悪化について報告する。

調査池は，カワバタモロコとメダカが多数生息し，ドンコとスジエビも共に住み，ミズカマキリがオタマジャクシを捕まえ，真っ赤なショウジョウトンボが水面上でナワバリ争いの羽音を鳴らし，見上げるとギンヤンマが高く舞うという，ついこ30 年前まではおそらく日本のどこにでも見られた里のため池である。

素晴らしいため池を手入れされ続け，調査に全面的な支援をいただいているため池の所有者西田孝夫氏，研究の色々な面で協力していただいた，菊田穣氏，神戸大学の角野康郎氏，兵庫県立人と自然の博物館の佐藤裕司氏，同小館誓治氏，同三橋弘宗氏，同江崎保男氏に感謝する。

材料と方法

調査は，兵庫県三田市郊外の香下にある直径 11 m，最大深度 100 cm のため池で行った。この地域の圃場整備は 1996 年に完了し，それ以後調査池は付近に散在する 7 個のため池，あるいは田圃と，通常の水位では水の流れることのないビニールパイプや干上った U 字溝があるのみで，移動は不可能である。また増水時においても，標高の低い池や田圃から標高の高いそれらへの魚類の移動は，U 字溝に落差を伴っているため極めて困難になっていると考えられる。調査を始めた 1995 年の夏季には調査池の 60 %の水表面は浮葉植物のスイレンで覆われ，その隙間に沈水植物のフサモがパッチ状に分布していた。池の周囲長は 35

関西自然保護機構業績　第 288 号，関西自然保護機構研究助成 No. 45，平成 10 年度日本生命財団助成研究

mでそのうち5mに抽水植物のショウブとガマが生育し，ため池周囲長の半分近くの20mは，長径30cmから40cmの平石を組んだ石組みの，それ以外は土の護岸である。

1995年から1997年にかけて，ほぼ毎月1回の頻度で，集魚用の餌とサナギ粉を入れた透明プラスチック製のトラップ（直径20cm，長さ35cm，入口径5cm）を使用して捕獲を行った。トラップを池の周りに等間隔に6個，30分間設置し，カワバタモロコの捕獲総数が50個体に満たない場合は，2回目・3回目のトラップ採集を追加して行った。トラップによる捕獲個体数が十分でない時には，さらに手網（口径：50cm×50cm，メッシュサイズ2mm）と投網（目合，3分目：最大目合10mm）による定性的な捕獲も加えた。1995年から1997年にかけての魚類の捕獲数の推移には，密度を反映していると考えられる，1回目の6個のトラップによる捕獲個体のみを用いて考察した。またカワバタモロコの体長分布の季節的な推移を示す資料には，全ての方法による捕獲個体を解析に用いた。

捕獲した魚は，FA 100（オイゲノール；田辺製薬）で麻酔した後，種名，標準体長（mm）を記録し，麻酔から充分回復した後に元の捕獲場所に再放流した。同時に表面水温，池の最深部からの水深を記録した。また水表面を覆う浮葉植物スイレンの被度を8月の写真から算出し，1997年8月に溶存酸素測定器（YSI Model 55）を用いて，溶存酸素量を測定した。

結　果

調査池の概要

調査池の最高表面水温は1997年7月6日の31.0℃，最低表面水温は1995年12月10日の3.0℃であった。水温は冬期に5℃，夏期には30℃前後にまで上昇し水温変動は極めて大きい（図1）。海洋，湖沼，河川と比較して水体容積が小さいことから当然予想されることだが，この人工の水域に侵入する魚類にとって，水温の年変動の大きさは大きな障害であると考えられる。

池の最大水深は，3年間比較的安定していて，おおむね50cmから100cmの間で変動した。ただ降水量の少なかった1995年の9月から急に減水し，10月23日に最深部での最大水深25cmを記録した（図2）。同日には調査池でふだん見かけることのないアオサギ1頭が飛び去るのが目撃されており，サギ類の足跡が，池の泥底の表

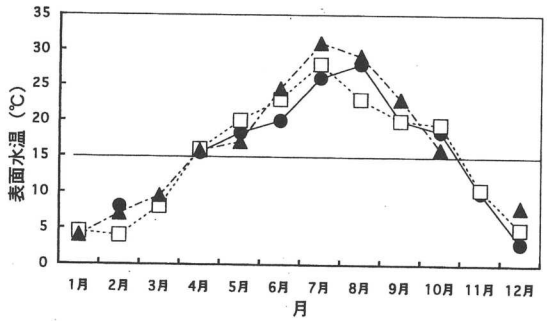


図1． ため池の表面水温の月別・年度別変化（●：1995年，□：1996年，▲：1997年をそれぞれ示す）．

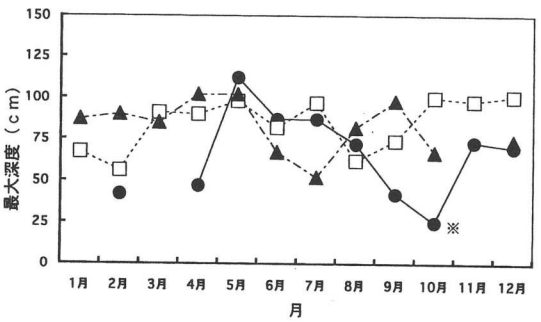


図2． ため池の最深部での月別・年度別最大水深の変化（●：1995年，□：1996年，▲：1997年をそれぞれ示す）．※印は，アオサギの捕食が生じたと予想される1995年10月．

面に多数残されていた。

トラップによる捕獲が有効な水温

1995年1月から1997年12月にかけて，延べ33日間にわたって調査池に設置した総計246個のトラップで捕獲されたカワバタモロコもしくはメダカの個体数と水温の関係を図3に示した。カワバタモロコが捕獲された最低水温は5.5℃，メダカのそれは10℃であった。5℃未満の水温でセットされた30個のトラップでは，カワバタモロコ・メダカ共に全く捕獲されていない。水温5℃から15℃未満でセットされたトラップ54個のうち，カワバタモロコが捕獲されたのは6個，メダカは4個で，いずれもその捕獲個体数は少ない。

カワバタモロコが捕獲されたトラップの個数およびその捕獲数は，水温が15℃以上に上昇すると急激に増加した。ただしトラップ毎の捕獲数の変動は大きかった。水温15℃以上の時にセットされたトラップ162個のうち，カワバタモロコが採集されたのは61個で，最大捕獲数は145個体，最低1個体が捕獲されたトラップ中での平均捕獲数は22.8個体と変動が大きかった。メダカについてもこの水温範囲で捕獲率・数ともに急激に上昇した。ただし，162個のトラップのうち22個のトラップでしか捕獲されず，同平均捕獲数は21.9個体，最大捕獲数は146個体とトラップによる捕獲率・捕獲個体数ともに変動が大きかった。

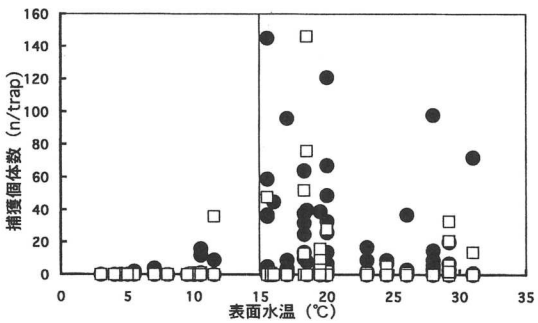


図3. トラップによるカワバタモロコ（●）とメダカ（□）の捕獲個体数と表面水温との関係．1995年1月から1997年の12月までに行った246個のトラップ捕獲の資料を全て用いた．

水温が15℃を越えて上昇する時期は，3ヶ年にわたって共通していて，3月から4月にかけて，また，水温が15℃を下回る時期は10月から11月にかけてである（図1）。したがって，4月から10月にかけてがカワバタモロコの活動期と考えられる。なお水温が20℃を越えると，再び捕獲されにくくなる傾向も認められた。水温が29.2℃であった1997年8月22日には，底層に設置したトラップ6個のうち1個で，標準体長（以下体長）23 mm～28 mmのメダカ20個体が，別の1個で同33 mm～61 mmのカワバタモロコ17個体と同25 mm～28 mmのメダカ3個体が，さらに別の1個で体長41 mmのカワバタモロコと体長23 mmと28 mmのメダカが死亡した状態で捕獲された。

トラップで捕獲された魚が死亡した1997年8月22日には池の水表面の80％はスイレンに覆われていた。そして水生植物や植物プランクトンによる光合成が盛んに行われていると考えられる日中であるにもかかわらず，スイレンの繁茂している地点での溶存酸素量（以下DO）は，表面であっても1.98 mg／l（26.0％）から2.79 mg／l（37.2％）と値が小さく，40 cm下の底層近くでは0.11 mg／l（1.41％）から0.15 mg／l（1.91％）と極めて小さな値を示し，ほとんど無酸素状態であった。スイレンが覆っていない水面でフサモが繁茂している地点でのDOは，表面で6.40 mg／l（85.9％）と池全体からみると局所的に大きな値を示した（表1）。

表1. ため池の局所的な物理化学的環境に与える，浮葉植物スイレン，沈水植物フサモの影響．測定は1997年8月22日（晴）に行った．測定時に水表面の80％はスイレンに覆われ，スイレンが繁茂していない地点に，フサモ（表層のみの測定）がパッチ状に繁茂していた．

	st.1		st.1		st.2		st.3	
水生植物	スイレン		スイレン		スイレン		フサモ	
層別	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層
測定時刻	12：00		14：45		12：00		14：45	
水温（℃）	28.6	27.3	30.3	27.0	30.3	27.0	30.7	−
電気伝導度（μs／cm）	67.5	−	67.4	−	67.2	−	65.6	−
pH	6.43	−	6.33	−	6.28	−	6.63	−
溶存酸素　（mg／l）	2.06	0.14	2.79	0.15	1.98	0.11	6.40	−
溶存酸素　（％）	26.8	1.79	37.2	1.91	26.0	1.41	85.9	−

動物相の概略

1995年から1997年にかけて，水温が15℃を上回りトラップでの捕獲が有効と考えられる4月から10月までに捕獲されたため池の主要動物は，カワバタモロコ，メダカ，ウシガエルの幼生であり，これらに加えてスジエビ，ギンブナ，ドンコが少数捕獲された（表2）。カワバタモロコとメダカの年度別総捕獲数は，いずれも1995年から1996年にかけて激減した。このことは先に述べた1995年10月の渇水（図2）とこれに伴うアオサギの飛来・捕食が大きく影響していると考えられる（田中1998）。ギンブナは，1995年に捕獲されたが，1996年以後捕獲されていない。またウシガエルの幼生が，1996年・1997年に多数捕獲された。ドンコは，ごく少数ながら毎年捕獲された。

このようにため池の動物のうち，ギンブナを除く魚類はその数が変動しつつも常に捕獲された。ウシガエルの幼生に関しては生息する年とそうでない年とが不規則に出現した。

個体群の変動

1995年から1997年にかけて，水温が15℃を上回りトラップでの捕獲が有効と考えられる4月から10月までのカワバタモロコとメダカの平均捕獲個体数の推移を図4に示した。資料には1回目に設置されたトラップ6個のみを用いた。

月毎の捕獲数が大きく変動しているが，月別の平均捕獲数は，1995年10月のアオサギによる捕食が大きく影響する以前，4月から9月までには，カワバタモロコ21.7個体，メダカ2.8個体，1996年にはカワバタモロコ1.8個体，メダカ0.8個体，1997年にはカワバタモロコ7.1個体，メダカ2.0個体であった。1995年10月にアオサギの捕食を

表2. ため池に生息する主要動物の，年度別トラップ総捕獲数とスイレンの被度．トラップによる捕獲が，ある程度有効と考えられる4月から10月までに行った捕獲調査のうち，1回目に設置した6個トラップのみの捕獲数を集計した．

	1995年	1996年	1997年
表面スイレン被度（％）	60	70	80
トラップ数	40	42	42
カワバタモロコ	787	74	299
メダカ	318	32	85
ギンブナ	3	0	0
ドンコ	1	2	1
ウシガエル幼生	0	88	65
スジエビ	25	11	0

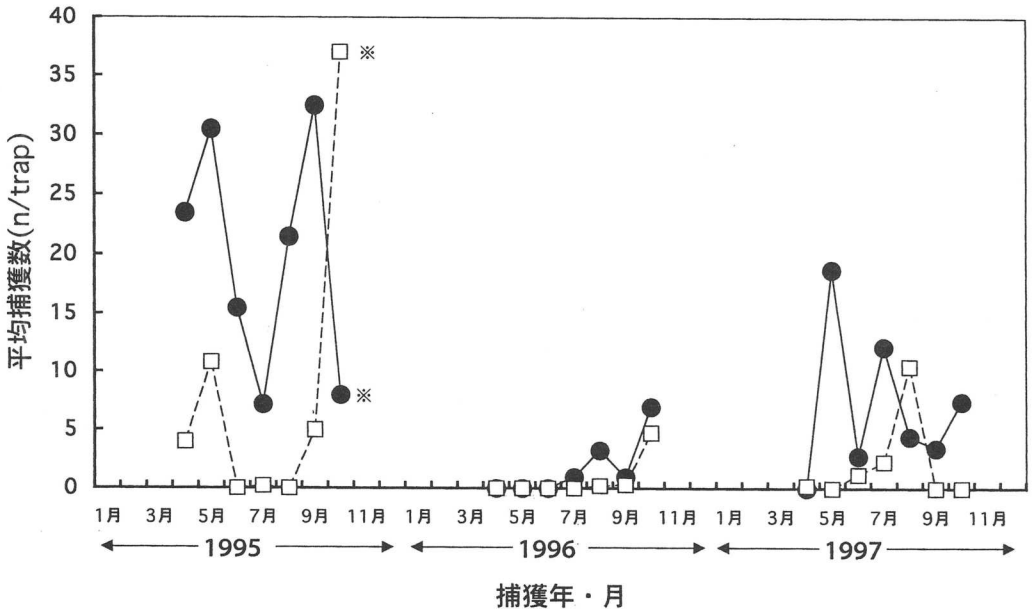


図4．トラップ1個当りのカワバタモロコ（●）とメダカ（□）の平均捕獲個体数．トラップによる捕獲が有効と考えられる水温15℃を上回る4月から10月に実施した捕獲調査のうち，1回目に設置したトラップの捕獲数の資料のみを用いた．カワバタモロコの個体数変動をある程度反映していると考えられる．1995年9月から10月にかけての渇水時（※印，図2.参照）にアオサギの捕食を受けたと考えられるため，10月の捕獲数は，それまでの傾向と逆転してカワバタモロコよりメダカの方が多いことに注意．

受ける以前には，平均捕獲個体数はカワバタモロコがメダカよりも圧倒的に多かったので，アオサギによる捕食圧はメダカより大型のカワバタモロコにより強く働いたと考えられる。しかしアオサギの捕食は，その後より小型のメダカにも働いたと考えられる。実際，捕食を受けた翌春，1996年の4・5・6月には，カワバタモロコ・メダカともにトラップによる捕獲数は0であった。続く7月に6個仕掛けられたトラップのうち，1個でカワバタモロコのみが6個体捕獲された。1997年には再びカワバタモロコの平均捕獲個体数が徐々に増加した。

ため池という一時的水域に生息する魚類に対するサギ類による捕食圧は，その渇水時においては，一般的に捕食者からの逃避能力においてより優れていると考えられる大形の種また個体に，逆に早くかつ強く働くことを示している。

カワバタモロコの生活史

カワバタモロコの産卵期，成長速度，死亡時期などの生活史の概要を明らかにするため，1995年から1997年までの3年間に行われた，トラップ・たも網・投網によって捕獲された全てのカワバタモロコの体長を月別に集計し，その頻度分布を図5に示した。

月毎の捕獲個体数は，11月の30個体から4月の286個体と大きく変動しているものの，体長の頻度分布の季節変化は調査池のカワバタモロコ個体群の順調な成長を示している。6～7月に入るとこの年生まれ（0^{+}）と推定される体長15

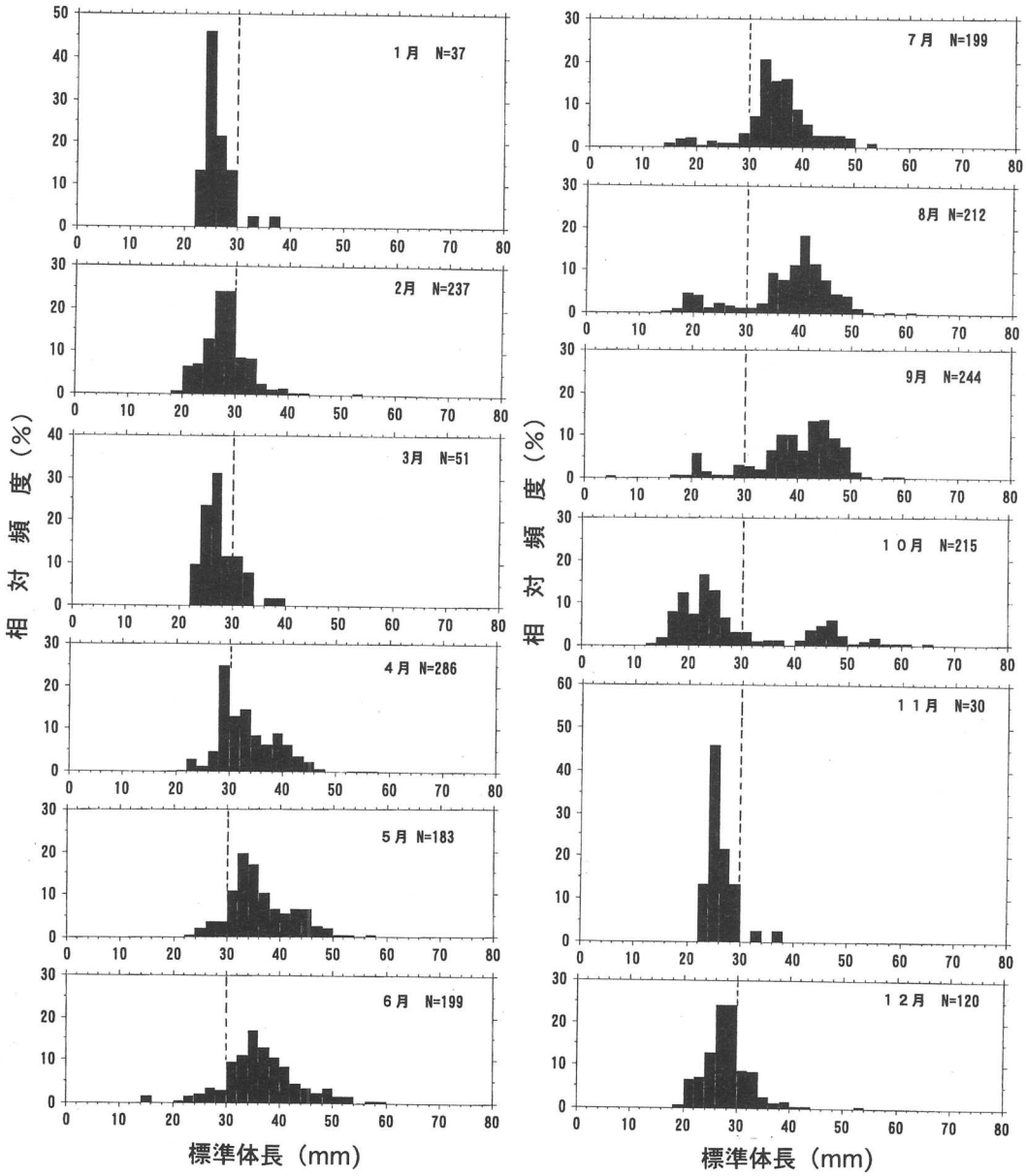


図5． カワバタモロコの月別標準体長分布の推移．カワバタモロコの産卵・成長に関する一般的な特徴を明らかにするため，1995年から1997年に至るまでのトラップ・たも網・投網によって捕獲された全ての資料を，月毎に集計してその頻度を示した．

mmの小型個体の集団が新たに加わったことが明瞭に見てとれる。この集団は，8月から3月に至るまで体長30 mm未満の明瞭な集団を形成し，その体長の中央値・平均値共に大きくなっている

ことは明らかである。

カワバタモロコの冬期の平均体長は，11月が25.8 mm，12月同27.7 mm，1月同25.8 mm，2月同27.7 mm，3月同27.4 mmで成長はほとんど停滞していると考えられるが，この季節は水温15℃以下でトラップで捕獲されにくい時期でもある（図1・図3）。

4月以降は30 mmを越える個体が，急速に増加し40 mmを越える個体も捕獲された。その後体長50 mmを越える個体も捕獲されるが，その個体数は少ない。0^+年魚がほぼ出現し終わった10月以降，体長40 mmを越える個体の頻度は急激に小さくなり，11月から3月までには体長40 mmを越える個体は，ほとんど採集されなかった。

考　察

カワバタモロコの自然状態での生活史について，信頼のおける資料を基に明らかにした報告はない。中村（1969）は，満1ヶ年で雄は，35 mm～45 mm，雌は40 mm～55 mmに達して，いずれも成熟すると記している。3年間の資料をもとにした体長分布を解析することによって明らかになった今回の結果は，中村（1969）のこの推論を支持している。0^+年魚がほぼ出現し終わった10月以降，40 mmを越える個体の捕獲数が急激に少なくなり，冬期には投網やたも網による強制的な捕獲法によってもほとんど採集されなかった（図5）。この結果は，前年の夏に孵化し翌春から夏にかけて急速に成長した個体のうち，その多くの個体が越冬することなく1年と数ヶ月で自然死亡していることを強く示唆している。

1995年10月に，カワバタモロコにアオサギの捕食圧が強くかかったと考えられる（図4，田中1998）。しかし，上述のように40 mm以上の大型のカワバタモロコは，アオサギに捕食されなくても冬期に自然死亡する可能性が高いと考えられる。ではアオサギによるカワバタモロコの捕食は，カワバタモロコにとって，どんな作用を果たしているのだろうか。ため池は，周りの里山から移入してくる落ち葉，また隣接する田圃や畑から流入する有機物や栄養塩の集積場である。ため池から周囲の里山あるいは田畑に栄養塩や有機物を移出させるシステムがないかぎり，放置しておけば，富栄養からやがて過栄養に移行し，バクテリアのみが生息するドブ池に移行すると考えられる。

ため池から周りの里山に栄養塩を移出させる回路の一つとして，サギ類などの捕食者が栄養塩を生物体としてため池の系外に移出する効果がどれぐらいかを明らかにすることは，ため池の生態系の維持を考えるときに重要な情報であり，今後明らかにされるべき課題である。カワバタモロコにとって捕食されることは，その種にとって一見すると損失であるが，反面生息場所の過度の富栄養化を捕食されることによって結果的に防止している可能性も否定できない。

ため池に住む動物自らによる有機物の系外移出の効果の大小はさておき，ため池の系外に有機物を回帰させるシステムのうち，最も大きな回路は，池の水を抜いてフナやコイなどの魚類を捕獲し食料資源として利用していたことや，「かい干し」や「藻刈り」によって底泥や植物体をため池から除去し，それらを田圃や畑の肥料として陸上生態系に回帰させていた，人の生業-農業であったことに疑いをはさむ余地はないと考えられる。調査池の所有者によると，調査池では「かい干し」を10年以上も行っていない。

カワバタモロコの個体群には，サギによる捕食からわずかに回復した1996年に続く1997年の9月・10月に急激な個体数の増加が認められない（図4）。この事実と1997年8月に池の底近くに設置されたトラップによって捕獲されたカワバ

タモロコが死亡していた事実とを合わせて考察すると，底層の低酸素状態（表１）による生息場所の悪化が，カワバタモロコ個体群の回復を阻害している可能性が高い。

浮葉植物スイレンの気孔は葉の上側にあり，光合成に伴うガス交換を主に空中で行う。したがってスイレンの光合成産物であり，カワバタモロコを始めとする水生生物が呼吸に必要とする酸素は，水中に放出されない。スイレンは同時に，日光を遮断し水中の植物プランクトンや沈水植物の光合成を阻害し，これらが水中に放出する酸素量を減少させると考えられる。1995年・1996年・1997年とその被度を増加させたスイレン（表２）が底層の低酸素化を促進している可能性が極めて高いと考えられる。さらにバクテリアによる底泥の有機物の分解過程で大量の酸素が消費され，底層の低酸素層が増加し，生息場所の悪化を促進していると考えられる。

底層に設置したトラップによるカワバタモロコの捕獲数は，1995年と1997年の夏季には，春・秋季に較べて少ない傾向も認められる（図４）。これは，死亡にまで至らなくても，トラップの餌による誘因効果を打ち消すほどの低酸素による忌避効果が，スイレンが池表面の60％を覆っていた1995年（表２）から，バクテリアの活性が高まる夏季においては，既に働き始めていたことを示唆している。池底を中心とした低酸素層の増加によって，夏季のカワバタモロコの生息可能層が表層近くに限定されたり，卵の孵化や仔稚魚の生残に影響を与えた結果，個体群の回復が抑えらていると考えられる。低酸素条件が，カワバタモロコの生活史のどの時点でより強く作用するのかを明らかにすることが今後の課題である。

調査池でのカワバタモロコの産卵場所については明らかではない。しかしカワバタモロコは，岸辺の植物の根や沈水植物の上部に産卵する（中村，1969；前畑，1987；金川・板井；1998）ことが知られている。沈水植物フサモが生育する地点の表層で，局所的に溶存酸素量が大きくなる（表２）ことは注目に値する。沈水植物帯は，溶存酸素が最も強く要求されると予想されるカワバタモロコの卵の発生時やそれに続く仔魚期に，溶存酸素量が大きく生残率の増大を可能にする場を局所的に，その水表面近くに創出していると考えられる。

カワバタモロコは，沈水植物のほかホテイアオイなどの浮葉植物の根（前畑，1989）あるいは，増水により水中に沈んだ陸上植物の間隙（中村，1969）に産卵することが知られている。いずれも大気中からの酸素の拡散や波浪によって溶存酸素量が大きいと予想される局所的な場を産卵場所として利用している。

魚類は，他の脊椎動物と比較して多産である（伊藤，1978）。なかでも田圃などの一時的水域に住む魚類は，バラマキ型の産卵を行い親が卵の保護をしないため，特に多産戦略をとる（片野，1998）。カワバタモロコの卵径は，コイ科魚類の中でも最も小さく，小型の魚でありながらその卵数は多い（中村，1969）。夏季の溶存酸素量の低下によって卵や仔稚魚期の死亡率が増大するとすれば，カワバタモロコは他の生活史段階における捕食などの影響をはるかに越えた致命的な影響を，その個体群は受けると予想される。

低酸素条件を引き起こす浮葉植物スイレンの繁茂は，今回ため池の管理を作為的に中断することによって生じた。抽水植物・浮葉植物・浮遊植物などの水生植物は，大気中への水の蒸散を促進し稲作に利用可能な水量を減少させるため，最近までため池の管理者によって絶えず刈り込まれていた。また先に述べたように，つい最近まで農作業に必然的に付随していた「かい干し」や「藻刈り」といった人為が，過栄養化を防止していた。守山（1988）が，里山の雑木林の生物相を維持してき

たのは，他でもない人為であると指摘したのと同様に，カワバタモロコを始めとした里のため池の水生生物の生息場所を維持してきたのもまた水稲栽培に必然的に付随していた人為である可能性が大きい。

引用文献

伊藤嘉昭．1978．比較生態学．421pp．岩波書店，東京．

金川直幸・板井隆彦．1998．カワバタモロコの生息地と河川改修．「魚から見た水環境」（森誠一監修・編集），61－80．信山社サイテック，東京．

片野修．1998．水田・農業水路の魚類群集．「水辺環境の保全」（江崎保男・田中哲夫編著），67－79．朝倉書店，東京．

川那部浩哉．1987．フィールド図鑑淡水魚．187 pp．東海大学出版会,東京．

前畑政善．1989．カワバタモロコ．「日本の淡水魚」（川那部浩哉・水野信彦編・監修），256－257．山と渓谷社，東京．

守山弘．1988．自然を守るとはどういうことか．260pp．農山村文化協会，東京．

中村守純．1969．日本のコイ科魚類．資源科学研究所業績第1198．455pp．資源科学研究所，東京．

田中哲夫．1998．河川の魚類群集．「水辺環境の保全」（江崎保男・田中哲夫編著），177－194．朝倉書店，東京．