

宍道湖水環境とコノシロの大量死との関係構造

松江工業高等専門学校 正会員 浅田純作 松江工業高等専門学校 正会員 宇野和男
 松江工業高等専門学校 正会員 上田 務 鳥取県庁 正会員 坂田達彦
 京都市役所 正会員 ○今井 淳

1. はじめに

近年、各地で環境を維持・改善するための様々な取り組みが行われているなかで、数多くの未解決の問題が存在している。宍道湖の生態系を含む水環境においても例外ではなく、ヤマトシジミの大量へい死、アユの冷水病問題、1994年以降のワカサギ不漁、1996年から起こった突発的なコノシロの大量死など、多くの問題を抱えている。

そこで本研究では、宍道湖に関する諸問題の中からコノシロの大量死を取り上げ、その原因を解明することを目的に、従来研究¹⁾により構築されたコノシロの大量死予測モデルの精度向上と、コノシロの大量死と宍道湖水環境との関係構造の分析を試みる。

2. コノシロの大量死に対する知見

従来研究¹⁾においてコノシロの大量死には、宍道湖水環境の変化とコノシロの産卵による体力低下の影響があることが示唆され、大量死予測モデルが構築された。このモデルにより、5月から7月の産卵期のみには大量死が発生しているという現象と、大量死に宍道湖水環境の変化が少なからず影響していることが説明された。しかし、1996年から2001年までの間、宍道湖水環境には大きな変化が見られないにもかかわらず、年別のコノシロ大量死の現状を示す表1によると、へい死が大量に確認されている年とへい死の確認数が極端に少ない年があり、未だ説明のつかない現象が存在していることがわかる。従来モデルが水環境の変化に依存することから、コノシロの生死が、従来のモデルで採用された要因のみで十分に説明されているとは考えにくい。

表1 コノシロ大量死の現状

年	大量死確認数(匹)	大量死発生日数
1996	119900	18
1997	157210	24
1998	652	7
1999	144590	21
2000	207949	37
2001	1670	5

そこで本研究では、宍道湖にコノシロが遡上してくる年と遡上してこない年があると仮定し、コノシロの遡上に対して何らかの影響力があると考えられる中海から宍道湖への逆流量に着目した。また宍道湖の水位と逆流量には、強い関係があると考えられるため、宍道湖の水位を変化させる斐伊川下流域の流量にも着目した。

3. 意志決定モデルの概念

以上の考えに基づき本研究では、図1の様な予測モデルを想定した。図中の上部に示すようにコノシロは産卵期になると、宍道湖に遡上するか否かを判断する。その際、コノシロの意志決定を左右する2つの流量が存在し、その流量が遡上に適しているならば遡上し、適していないならばコノシロは遡上を行わない。

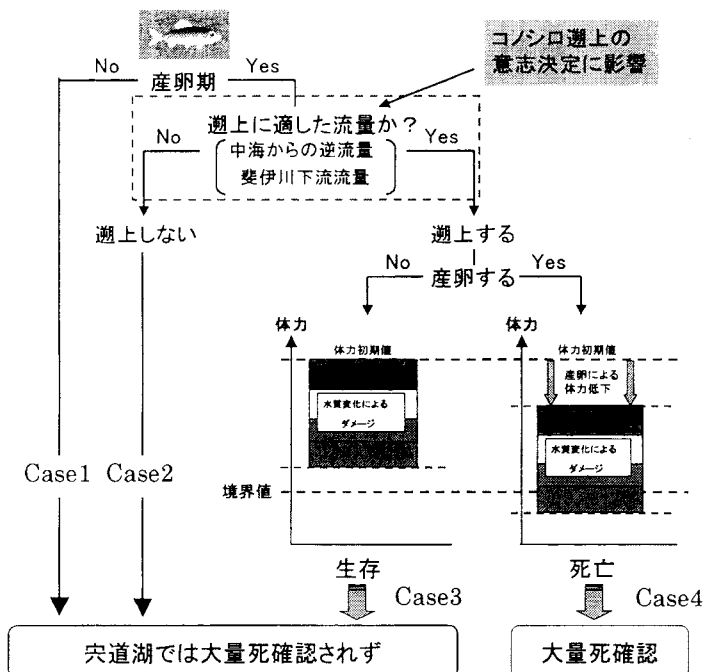


図1 コノシロ大量死予測モデルの概念図

従来のモデル¹⁾と組み合わせて考えると、コノシロは宍道湖に遡上し産卵を行った場合にのみ、産卵による体力低下と水質変化によるダメージによって死に至り、大量死が発生する(Case4)。それ以外のコノシロが産卵期ではない場合(Case1)や宍道湖に遡上しない場合(Case2)、もしくは産卵期であり宍道湖に遡上したが、産卵を行わなかった場合(Case3)については、宍道湖では大量死が発生しないものと説明できる。

4. 大量死予測モデルの構築

ここでは、前章で述べたコノシロの大量死予測モデルを数量化理論Ⅱ類によって構築する。解析データは松江観測所と大津観測所の流量データ²⁾、更に宍道湖湖心自動観測所の水質データ²⁾を用いた。そして、大橋川逆流量と斐伊川下流流量の流量データ、及び表層から底層までの深さによって5段階に分けた、水温、pH、溶存酸素濃度(DO)、塩分濃度など湖心の水質データを説明変数として採用した。

本研究では、数学的に予測モデルの精度を向上させることを目的としていることから、水質データのうち水温以外のpH、溶存酸素濃度(DO)、塩分濃度については、底層において表層、中層とは異なった分類でカテゴリーを設定している。分析対象年度は、全てのデータが揃っている1997年～2001年までとし、対象年度のうち産卵期と想定される、コノシロの大量死の発生した最も早い日から、最も遅い日に限定し分析を行った。その結果を図2に示す。すなわち、図2は図1における産卵期か否かの分岐点においてYesの場合の分析結果である。

図2に示すモデルの精度は、相関比が0.44と強い関係が認められ、レンジ、偏相関係数によってコノシロ大量死に対する各要因の影響の大きさを判断することに問題はないといえる。また、偏相関係数の順位に着目すると、底層域での水温、塩分濃度、また大橋川逆流量がコノシロの大量死に大きく影響しており、一方、中層域での溶存酸素濃度、塩分濃度、斐伊川下流流量はあまり影響していないことがわかる。

次に、先述した結果に図1における産卵期か否かの分岐点でNoの場合を加えて、年間通しての判別率を算出する。本研究では、数量化理論Ⅱ類における判別関数に、産卵期と想定されるコノシロの大量死の発生した最も早い日から最も遅い日にかけての期間と、産卵期以外の期間についてダミー変数を導入した。そして、その判別関数を用い1997年～2001年までの流量データ、及び水質データについて年別に大量死の発生予測を行った。その結果、従来モデルの判別率が平均91.1%であったのに対し、説明変数として2つの流量を導入した本研究のモデルの判別率は94.7%へと向上した。

参考文献

1) 浅田・宇野・上田・坂田：宍道湖におけるコノシロの大量死発生に関する予測モデルの構築，第55回土木学会中国支部研究発表会発表概要集，pp. 567-568，2003。
2) 国土交通省出雲河川事務所 水質保全課より提供

説明変数	カテゴリー	度数	スコア	レンジ	偏相関係数(順位)
表層	水温	21.0以下 21.1～24.0 24.1以上	27 132 147	0.4242 0.4042 -0.4409	0.8651 0.0952(8)
	pH	7.6以下 7.7～8.1 8.2以上	91 127 88	0.1774 0.0292 -0.2256	0.4030 0.0807(9)
	DO	7.0以下 7.1～8.0 8.1以上	81 105 120	0.2254 0.1553 -0.2880	0.5135 0.1289(6)
	塩分濃度	3000以下 3001～4500 4500以上	83 87 136	0.9072 -0.2559 -0.3899	1.2971 0.1790(4)
中層	水温	21.0以下 21.1～24.0 24.1以上	28 136 142	0.2038 0.3352 -0.3613	0.6965 0.0726(10)
	pH	7.6以下 7.7～8.1 8.2以上	119 125 62	-0.3517 0.1962 0.2795	0.6311 0.1466(5)
	DO	7.0以下 7.1～8.0 8.1以上	115 111 80	-0.1004 0.0486 0.0769	0.1774 0.0428(13)
	塩分濃度	3000以下 3001～4500 4500以上	76 89 141	-0.1115 0.0573 0.0239	0.1687 0.0255(14)
底層	水温	21.0以下 21.1～24.0 24.1以上	40 140 126	0.7767 -0.3670 0.1612	1.1438 0.2564(1)
	pH	7.0以下 7.1～7.5 7.6以上	129 130 47	-0.0424 0.0752 -0.0916	0.1668 0.0556(12)
	DO	3.0以下 3.1～5.9 6.0以上	127 102 77	-0.0431 0.1719 -0.1567	0.3286 0.1128(7)
	塩分濃度	5000以下 5001～9000 9001以上	110 111 85	0.4230 -0.1257 -0.3832	0.8062 0.1902(3)
大橋川逆流量	0 0.001～100 100以上	87 130 89	0.3802 -0.3048 0.0736	0.6850 0.2146(2)	
斐伊川下流流量	60,000以下 60,001以上	246 60	0.0381 -0.1560	0.1941 0.0635(11)	
被説明変数	カテゴリー	度数	スコア	判別率	相関比
大量死確認数	されている されていない	221 85	0.4138 -1.0760	75.4902	0.4453

(図では5段階の深さの内3段階のみ表示)

図2 数量化理論Ⅱ類による分析結果(1997～2001)