

4. ひん死魚およびへい死魚からの死因の推定

4.1 へい死魚の観察

へい死魚を採取した場合、できるだけ現地で魚種、大きさ、外観的特徴（眼の色と出血の有無、体表上の出血等）を観察し、記録する。

本節では、県内の河川で最も普通に見られるフナを代表とし、外部形態および内部形態を略述する。

(1) 外部形態

① 外部形態の名称

フナの外部形態とその名称を図3に示す。

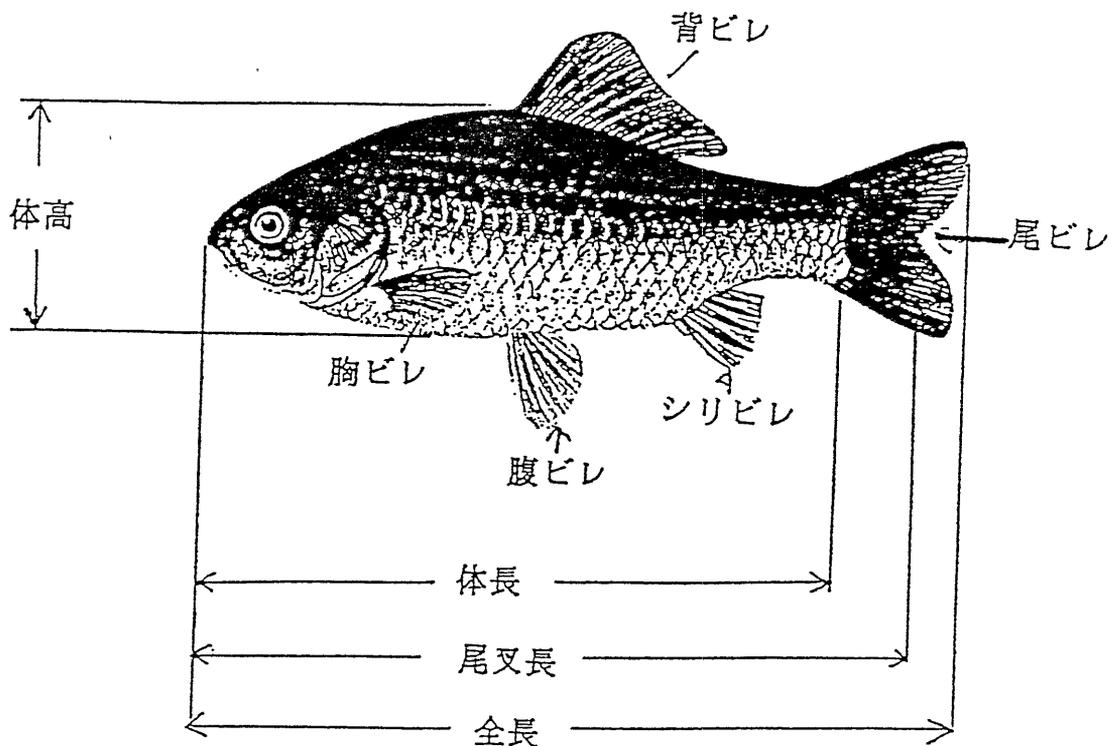


図3 フナの外部形態と体長の測定について⁵⁾

② 大きさ（体長、体重）

測定する部位は前図のとおりである。長さは体長・尾叉長・全長の3種類あるが、一般に尾ビレが図のようにくびれた魚では尾叉長を、そうでないものは全長を測定する。この他に体重を測定する。また、小型魚が多数ある場合は、そのなかで最小と最大の魚を測定するとともに総尾数を確認する。

③ 外部形態の特徴

まず、図鑑を見ながら全体的な外観を見る。ヒレの形、異物の付着、粘液の量、眼の色と出血の有無、体表上の出血の有無、身の固さ、臭い、体形等を観察する。ただし、体色は死後の経過時間や放置状態で、また体形も魚の栄養状態や地方差があるので図鑑と異なることもある。

ア．体表（表皮）上の出血の状況

有害物質死の場合、特に強酸性物質、強アルカリ性物質による皮膚の破れや出血が見られることもある。

疾病死の場合、一般的に皮膚の破れ出血、崩壊が見られることが多い。

イ．体表（表皮）の粘液分泌

魚類は粘液で毒物の除毒作用をするので、有害物質死の場合は粘液分泌が多い。その他、原虫類の体表寄生やコンドロコツカス病等の場合にも粘液の分泌が見られることがある。有害物質死の場合、粘液に当該物質が含まれている可能性が高いので、できる限り現地における簡易試験を実施する。

疾病死の場合は寄生虫によるものが多いので、20倍ルーペ等で観察する。その他気付いたことがあれば記入する。

ウ．体色の変化

体色は環境条件に適応して変化することもあり一定していないが、有害物質死の場合は一般的に体表に変化は認められない。しかし、強酸性物質死の場合は粘液が沈殿して白色を示すことが多い。その他疾病死による場合、白斑、赤斑等がみられることが多い。

エ．眼球の変化

通常、死後の眼球の変化は魚体の鮮度低下による白濁がみられ、寄生

虫や気泡病の場合には眼球の突出が見られることもある。

しかし、有害物質死の場合には顕著な変化は認められない。

(2) 内部形態

① 内部形態の名称

フナの内部形態とその名称を図4に示す。

② 内部形態の特徴

エラブタ（鰓蓋）を開けるとエラ（鰓）、サイハ（鰓耙）が観察できる。

エラは呼吸器官、サイハは食物を水からこし取る摂食器官であり、プランクトン食の魚（例えば、ゲンゴロブナ）では密で、大型の底生動物を餌とする魚（例えば、ギンブナ）では粗である。

通常、魚は正常であれば赤紅色に見えるが、色が灰白色になったり、エラに粘液が異常に多いなどの特徴が見られることがある。また、口を開けて見ると寄生虫等の異物が見られることがある。

内臓は、へい死後速やかに腐敗を始めるため、冷蔵して分析室へ持ち込む必要がある。

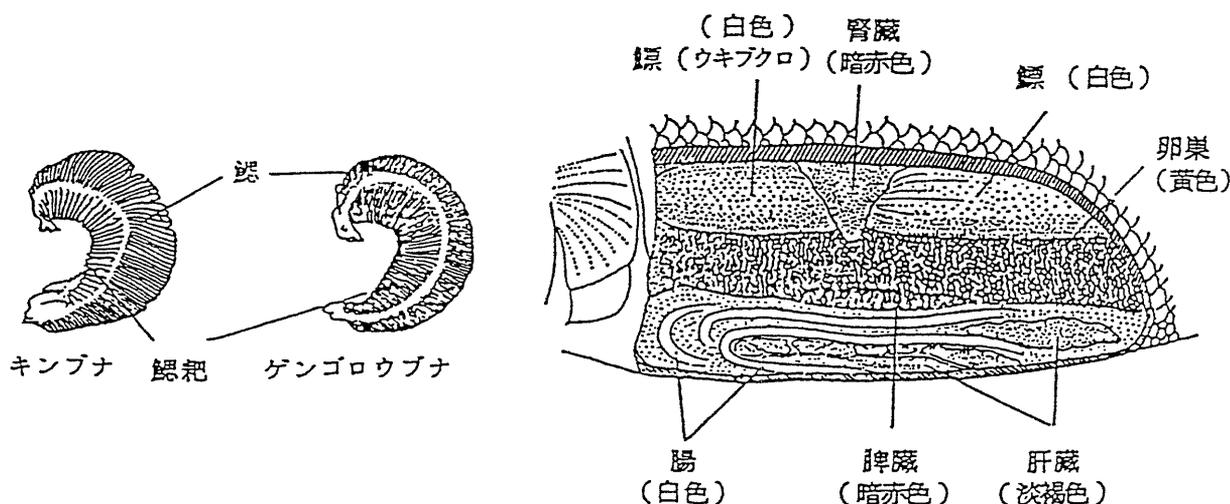


図4 フナの内部形態⁶⁾

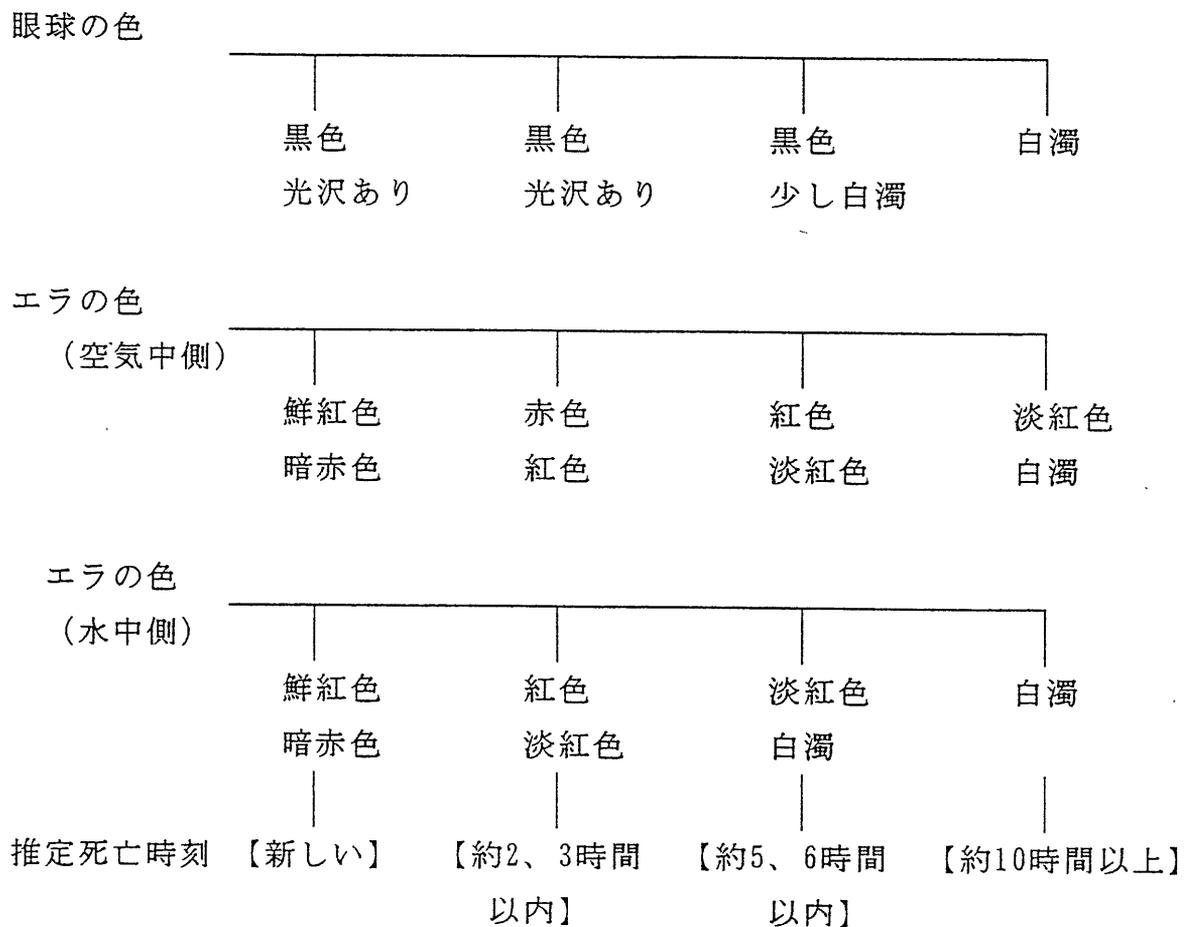
4・2 へい死事故発生時刻の推定⁷⁾

へい死要因を究明するため、事故が発生してからの経過時間の判定が必要である。事故発生から数日経過した場合は、水質が変化し、魚も腐敗するため、原因の究明が困難である。

死亡時刻の推定には、現場に残されている魚類等の外観特徴（眼球の白濁の程度やエラの色など）によって判断される。

気温、水温、有害物質の濃度等によって外観は変化するため一概に特定することはできないが、おおよその推定方法を表1に示した。

表1 死亡時刻の推定方法



- ① 眼球が白濁していて、さらにエラも白濁している場合は、死後数時間から十数時間以上経過している可能性が強い。この場合、内臓が腐乱していることが多く、魚体からの原因究明は困難である。
- ② 眼球が黒色でエラが白濁している場合は、数時間以内の事故の可能性が考えられる。
- ③ 眼球が黒色でエラも赤みを帯びている場合は、死後比較的新しいと考えられる。

4・3 浮上死および沈下死からの推定 ⁷⁾

現地調査の際、へい死魚が浮上死か沈下死しているかを確認することはへい死要因を推定するうえで重要である。

へい死魚が浮上し流されている場合は、死後の時間が経過して腐敗が進行し、内臓にガスが溜り浮上している場合と、窒息症状を起こし死亡し、浮上している場合が考えられる。

有害物質死で、かつ死後の経過時間の短い場合は、酸素欠乏死の場合と異なりほとんどの魚は下層に横たわる。

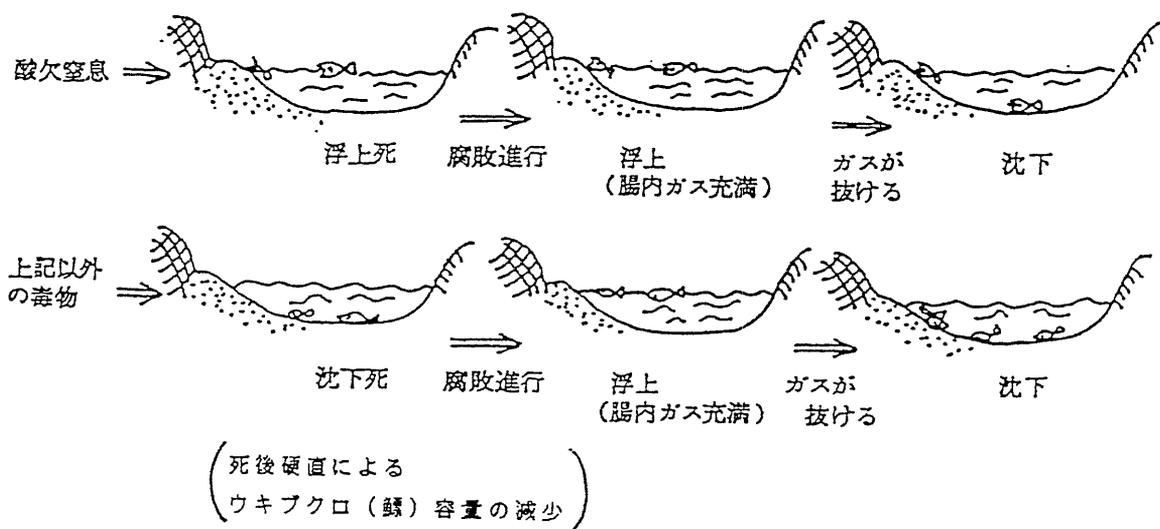


図5 浮上死および沈下死からの推定

4・4 へい死魚の種類からの推定⁷⁾

へい死魚の種類を調べることも原因究明に重要である。酸素欠乏や有害物質死の場合、まず、コイやフナよりも先にウグイ、オイカワなどが死ぬ。

逆に、オイカワ、ウグイなどが元気でコイが死亡している場合は、かなり以前の事故など他の要因が考えられる。

4・5 へい死魚の大きさからの推定⁷⁾

へい死魚の大きさからも死因の推定が可能である。コイの例によれば、へい死したコイが比較的大型で小型が少ない場合は、酸素欠乏死の可能性が高い。これは、大型の魚は小型の魚よりも必要な酸素量が多いことによる。

一方、急性毒性の場合は、小型の魚の方が感受性が強く、影響を受け易い。

4・6 へい死魚の口の開閉からの推定⁷⁾

へい死魚の口の開閉の違いも死因の推定に有効である。酸素欠乏により死亡した場合は、ほとんどの魚は口を開いて死ぬ。

表2 へい死魚の観察結果からの死因の推定

死因推定	遊泳行動	回復試験	へい死魚の状態			
			死に方	大きさ	口	出血
【酸欠】	鼻上げ	早い	浮上	比較的 大きい	開口	無い
【窒息】	鼻上げ	早い	浮上	比較的 大きい	開口	無い
【窒息】 +【毒物】	鼻上げ 沈下	遅い	浮上 または沈下		開口 または閉口	無い または有り
【毒物】	狂奔	無い または遅い	沈下		閉口	有り または無い

4・7 死因の判定

4・7・1 酸素欠乏死

鼻上げ症状を示し、死亡直後の魚は浮上する。また、小型の魚よりも大型の魚に死亡が多い。へい死魚は口を開いている。水温は高く、水中の溶存酸素は1・mg/l前後、またはそれ以下と低い。

表3に低酸素状態における魚類の生死状況を示した。表から明らかなように、低酸素状態でも魚類は生存しており、溶存酸素濃度測定だけでは酸素欠乏死と判断できない。このため、原因を特定するにはへい死魚を分析する必要がある。

4・7・2 窒息死

鼻上げ症状を示し、へい死魚は浮上し、口も開いており、酸素欠乏死とほとんど変わらない形態であるが、水中の溶存酸素濃度は酸素欠乏死に至るほど低くないので窒息死と判定できる。

4・7・3 窒息と有害物質との合併死

有害物質による窒息および有害物質が同時に作用するような場合、鼻上げ症状と狂奔症状を示すことがある。回復試験において酸素欠乏では、直ちに回復するのに対して、曝気しても直ちに回復しないことが特徴である。

有害物質の種類と濃度によって開口と閉口の両方が見られる。

4・7・4 有害物質死

魚が狂奔症状を示し、また、へい死魚の口がほとんどの魚で閉じていれば、有害物質死の疑いがある。回復試験は遅く、また、死後新しい魚は沈下する。

表3 低酸素と魚類の生死⁸⁾

魚種	開始濃度 (DO mg/l)			資料
	鼻上げ	死亡発生	逸遊	
アユ		3.6-2.8	0.9	1時間継続時
イトモロコ	1.5	1.0	3.7	
ウグイ	1.6	1.3	3.7	
ウナギ	1.6	3.0- 2.0		1時間継続時
オイカワ	1.8	0.8		1時間継続時
タイリクバラタナゴ	1.6	< 1.0		1時間継続時
タモロコ	1.6	1.6		1時間継続時
カマツカ		< 2.2		1時間継続時
カワムツ	1.8	0.9		1時間継続時
ギギ	1.6	2.3- 1.2		1時間継続時
ギンブナ	0.7	1.5		1時間継続時
ゲンゴロウブナ		< 1.3		1時間継続時
コイ	1.1	0.8		1時間継続時
ティラピア	1.1	< 1.1	4.6	1時間継続時
ドジョウ		0.6		1時間継続時
ニジマス		0.6		1時間継続時
ブラックバス		< 0.7	7.3	1時間継続時
ブルーギル	0.9	< 1.2		
モツゴ		1.0		
ワタカ	1.4	< 0.6	0.5	

* 魚類の呼吸代謝は環境水の酸素飽和度に依存する。このため、呼吸の実験では酸素飽和度を指標としているが、ここでは測定値から判断する目安として水温20℃であるときの溶存酸素量に換算した。したがって、10℃では約1.2倍、15℃では約1.1倍、25℃では約0.9倍の値を目安とする。