

京都大学	博士（工学）	氏名	瀬口 雄一
論文題目	淀川の実産天然アユ資源量を増加させるための流量条件と河口堰の流況制御に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本研究は、全国的に漁獲量が減少しているアユについて、淀川における流下と遡上の現状を把握し、流量や流況に起因する資源量の減少要因を分析することによって、海産天然アユ資源量を増加させるための淀川の流量条件や河口堰の流況制御様式（流況調整の方法）を考察したものであり、全体7章で構成されている。</p> <p>第1章では、淀川においてアユの資源量に着目した研究の背景と目的を整理している。まず、アユが我が国の伝統・文化を代表する魚であることの原因を、文献や漁獲統計データ等を引用・整理するとともに、生物としてのアユの生活史などをもとに整理している。さらに、研究対象である淀川の改修履歴や河川特性を明らかにした上で、アユの産卵場所や生息状況の現状と課題、ならびに海産天然アユの資源量を増加させる研究の必要性を提示している。</p> <p>第2章では、アユの生態的特性について、産卵から流下・遡上を通じた生活史に沿って既往研究および淀川における先行研究を整理している。また、繁殖時に孵化した仔魚が河川から河口・海域に流下する過程で餓死する現状や、新淀川における仔魚の分散状況、琵琶湖産アユの湖沼・ダム湖での陸封現象、河口・海域からの遡上状況などについて整理している。さらに、アユ資源量の減少要因として、気候変動に伴う海水温上昇・カワウ等の食害・疾病・種苗放流等について整理するとともに、特に河口堰等の河川横断工作物や河川改修がアユ資源量に及ぼす影響を整理している。その結果、河口堰によるアユの流下・遡上阻害のみならず、ダム等による流量の平滑化がアユの繁殖環境を劣化させていることに着目し、上流ダム・堰の流量管理や河口堰の弾力的運用によるアユ資源量の増加可能性について言及している。</p> <p>第3章では、淀川におけるアユ仔魚の孵化から河口までの流下特性や河口域における稚魚の分散状況を明らかにするために、淀川大堰と毛馬水門における流下仔魚調査や新淀川・旧淀川における稚魚調査の結果を示している。その結果、淀川下流部に到達した仔魚は餓死する可能性が高いこと、仔魚が淀川大堰と毛馬水門の流量配分比に応じて旧淀川へ多く流下していること、また、旧淀川に流下した仔魚が毛馬水門の落差と流速によって損傷を受けていることを明らかにした。なお、淀川大堰と毛馬水門における仔魚の流下実態はこれまで報告例がなく本研究において初めて明らかにされた。これらに基づいて、仔魚の流下過程に着目した海産天然アユ資源量の増加方策として、産卵場からより短時間で、かつ新淀川へ流下させることが重要であることを示している。さらに、淀川大堰の湛水域においては、河口・海域に流下せず河川に残留する個体も生息することを明らかにした。</p> <p>第4章では、淀川の現地調査で得たアユのDNA解析により海産アユ個体群と琵琶湖産アユ個体群とを区別し、さらに耳石分析により推定した降海履歴・日齢等に基づいてアユの遡上特性を把握している。具体的には、河口域に分散した稚魚が新淀川の河岸へ着岸する状況や淀川大堰魚道における遡上状況、毛馬水門において遡上が阻害される状況を整理している。その結果、流下した仔魚の個体数に関わらず、淀川水系に遡上するアユのほとんどが新淀川経由であることを示し、流下仔魚を新淀川へ流下させることが海産天然アユ資源量の増加方策となる根拠となっている。そのほか、淀川大堰におけるアユの遡上数の経年変化と流量の関係を整理するとともに、海産天然アユ資源量の増加方策として遡上を促進させる流量条件や毛馬水門からの遡上を促進させる必要性について論じている。また、淀川大堰の魚道のアユ遡上数と淀川水系の上流域に到達したアユ数との関係を整理し、淀川大堰魚道のアユの遡上数が淀川水系のアユ資源量の指標になることを示している。</p>			

京都大学	博士 (工学)	氏名	瀬口 雄一
<p>第5章では、前章までに提示したアユ資源量を増加させる方策を具体化するために、①流下仔魚の餓死を防ぐために流下時間を短縮させる流量条件、②仔魚の生存率が高い新淀川へ流下させるための流量・流況条件、③淀川大堰からの遡上を促進させる流量条件、④毛馬水門からの遡上を促進させる流況条件の4つの課題について検討している。</p> <p>アユの降下期の流下時間を短縮するために、平面2次元流況解析モデルを用いて淀川の流量条件毎に流下時間を算定し、最低必要な流量が100m³/sであることを示している。また、新淀川へ流下させるための流量・流況条件については、同様のモデルを用いて流量条件毎に仔魚の流下方向を推定するとともに、淀川大堰と毛馬水門の運用変更によって流下方向を制御できる可能性があることを明らかにした。例えば、淀川流量が86m³/sの時に毛馬水門への放流量を10m³/s減じて淀川大堰側に振り向けることで1.3倍仔魚が多く流下できる可能性を確認した。一方、アユの遡上期の淀川大堰からの遡上を促進させる流量条件については、統計データを用いて3~4月の淀川大堰への流入量が200m³/s(放流量は130m³/s)以上確保する必要があることを示している。また、毛馬水門からのアユの遡上を促進させるためには、毛馬水門における上下流の水位差を0.76m未満にする必要があることを確認した。</p> <p>これらの結果から、アユの産卵場からより短時間で流下させる「お助け放流」、新淀川へ流下させる「みちびき分流」、アユを堰下流に集めて遡上を促進する「呼び寄せ放流」、さらに「毛馬水門における遡上促進」という4つの方策を提唱し、具体的な流量条件や実施時期等について示している。</p> <p>第6章では、前章で提唱した方策の効果について、簡易な個体群数理モデルを用いて試算している。その結果、これらの方策の組合せによってアユ資源量が1.2~10倍程度増加することを予測している。また、今回検討した河口堰の流況制御を行う弾力的運用が、河川の攪乱に適応し多くの子孫を残す戦略(r戦略)を採用する生物の個体数(資源量)を増加させることに有効であることを整理するとともに、その類似事例を整理することで、今回検討した方策の一般性について考察を行っている。さらに、日本の河口堰に付随する放水路を、平水時と洪水時の流量配分の様式から4類型に分類し、類型によっては、河口堰の運用変更が放水路の生態系機能を向上させる可能性があることを示している。その上で、本研究の成果が、淀川のアユ資源量だけでなく、広く我が国や世界の河口堰を有する河川において、回遊性生物や汽水性生物を考慮した河川管理に寄与する可能性や、社会実装のための課題について論じている。</p> <p>第7章では、本研究の主要な結論をまとめている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本研究は、河口堰と水門によって放水路と本川の流量配分が極端に異なる運用がなされている淀川において、海産天然アユの資源量を増加させるために必要な流量配分や流況の好適条件を検討したものである。具体的には、現地調査を実施して新淀川（放水路）と大川（旧淀川）への流下仔魚数やそれぞれから淀川へ遡上する稚魚数の実態を解明した上で、現状の課題を整理し、海産天然アユを増加させるための河口堰の流況制御様式（流況調整の方法）について定量的な対策案を提案している。本研究で得られた主な成果は次のとおりである。

1. 新淀川（放水路）と大川（旧淀川）のそれぞれへ流下するアユの仔魚数とともに、各河川から淀川本川へ遡上する稚魚数の実態を定量的に評価することに成功した初めての研究である。また、淀川水系に生息する海産アユ個体群と琵琶湖産アユ個体群の区別、ならびに降海履歴とを DNA 解析・耳石分析によって淀川河口域・下流域における両個体群の分布・生息実態を明らかにしたことも大きな成果である。
2. アユの流下・遡上の実態把握に基づいて、淀川の新産アユ資源量を制限する要因として、①仔魚の産卵場から河口への流下中の餓死、②仔魚流下数が少ない新淀川よりも流下数が多い旧淀川の生存率が低いこと、③淀川大堰魚道の遡上数は大堰流量の影響を受けていること、④毛馬水門の遡上が困難であること、を示すことに成功した。
3. 平面 2 次元流況解析、統計手法、個体群数理モデルを用いて、流下仔魚の生存率を高めるために必要な流量条件や淀川大堰等の運用改善策として、①アユの産卵場から短時間で流下させる「お助け放流」、②新淀川へ流下させる「みちびき分流」、③アユを堰下流に集めて遡上を促進する「呼び寄せ放流」、④毛馬水門の上下流水位差低減による「毛馬水門の遡上促進」を提言し、それらの組合せによって、アユ資源量を 1.2 ～10 倍に増加できることを示すことに成功した。
4. 日本の河口堰に付随する放水路を、平水時と洪水時の流量配分の様式から 4 類型に分類し、河口堰の運用変更が放水路の生態系機能を向上させる可能性のある類型について考察した。その成果は、淀川のアユ資源量だけでなく、広く我が国や世界の河口堰を有する河川において、回遊性生物や汽水性生物を考慮した河川管理に寄与すると期待される。

以上のように、本研究は、海産アユ個体群と琵琶湖産アユ個体群の双方が生存する淀川において、河口域における両個体群の分布・生息実態を初めて明らかにしており、工学のみならず生態学的にも高く評価される。そのような科学的根拠を基に、アユ資源量を増加させるための対策として、上流ダム群・大堰・水門の流量・流況・位況管理の方策について提示したことは、今後の河川環境に配慮したダムや堰の運用方法の検討に大きく寄与すると期待される。さらに河口堰に付随する放水路の流量配分様式に応じた環境対策の提案は、広く世界の汽水域生態系の改善にも寄与するものと期待される。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、令和 4 年 3 月 24 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。