

氏名	<b>恩地 啓実</b>		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	第 6169 号		
授与報告番号	(乙)第 2774 号		
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 24 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項		
学位論文名	<b>アユ <i>Plecoglossus altivelis altivelis</i> の生残と行動に及ぼす遊離アンモニアとクロラミンの影響に関する研究</b>		
論文審査委員	主査 教授 矢持 進	副主査 教授 貫上 佳則	
	副主査 教授 重松 孝昌	副主査 教授 辻 幸一	

## 論文内容の要旨

天然アユの遡上数 100 万尾を水質改善目標として掲げている都市河川「大和川」では、アユの遡上は確認されているものの、不安定で量的にも少ないと考えられている。本研究では、大和川におけるアユの生息状況と水環境を調べ、大和川の水質がアユの生残や遡上に及ぼす影響について明らかにすることで、都市河川において天然アユの遡上を阻害する要因について究明することを目的とした。

第 1 章では、「序論」として研究の背景、目的について述べた。第 2 章では、アユ仔魚の河川から海域への流下調査を行い、流量法に準じて大和川における仔魚の流下数を推定した。また、大和川河口域とその周辺海域におけるアユ稚魚の出現状況と生息環境について検討した。その結果、2007 年から 2009 年の大和川におけるアユ仔魚の流下数は 0-290 万尾と考えられた。また、アユ稚魚は海域側においてわずかに確認されたが、河川側においては確認されず、大和川河口にはアユ稚魚の接岸を妨げる要因があると考えられた。第 3 章では、微小部蛍光 X 線分析とピーターセン法を用いて 2010 年の大和川における天然アユ未成魚の遡上数を推定した。さらに、大和川の水質について現地調査と過去のデータから解析を行い、遡上時の水環境について検討した。天然アユの遡上数は 14000 尾と推定されたが、他の都市河川に比べ少ないことが明らかになった。また、大和川の水質は近年急激に改善されているものの河口付近の遊離アンモニア濃度は中下流域に比べ高く、アユ稚魚の蟄集を妨げる要因の一つとして考えられた。第 4 章では、大和川河川水がアユ稚魚の生残に及ぼす影響やその原因物質について急性毒性試験法により調べ、さらに、クロラミンと遊離アンモニアとの複合影響について検討した。急性毒性試験から大和川河川水中でアユ稚魚の遡上を阻害する物質は遊離アンモニアであると考えられ、その 48 時間半数致死濃度は 0.24mg/L であった。また、クロラミンが 0.065mg/L の濃度で混在することで遊離アンモニアの半数致死濃度は 0.10mg/L に強まり、複合影響が確認された。第 5 章では、遊離アンモニアとクロラミンがアユ未成魚の忌避行動や遡上行動に及ぼす影響を検討した。生残に影響を及ぼす遊離アンモニア濃度 0.30mg/L に曝露すると、アユは群れから離れて泳ぐといった行動が確認されたが、明白な忌避行動は確認されなかった。また、生残に急性的な影響を及ぼさない遊離アンモニア濃度 0.059mg/L でも、アユ未成魚の遡上行動には負の影響のあることがわかった。さらに、クロラミンが 0.035mg/L の濃度で混在すると、アユの遡上行動に及ぼす遊離アンモニアの阻害効果が強くなることがわかった。これらの結果より、2009 年に測定した大和川河口付近の遊離アンモニア濃度はアユの生残や遡上行動に影響を及ぼす濃度であり、アユの遡上数が少ない原因の一つであったと考えられた。しかし、2013 年には、下水処理場などの処理技術の向上に伴い、遊離アンモニアはアユの生残や遡上行動に影響を及ぼさない濃度にまで改善されていた。第 6 章では、本研究で得られた主要な成果を結論としてとりまとめた。

## 論文審査の結果の要旨

21世紀の都市域に係わる環境研究の重要テーマとして、「自然と共生する都市への再生」が謳われており、「森から海まで」をキーワードに、里山・里海などの保全・修復を目標にした研究が始まっている。しかし、これらの研究の多くは山・川・海それぞれについての個別研究であり、流域に関する意識に乏しく、特に、川と海のインターフェイスであり、流域圏の生態系保全にとって極めて重要である河口域に対象を特化した研究は少ない。

本論文の著者は、川と海を回遊する天然アユの復活を都市河川の自然再生の象徴として取り上げ、都市河川「大和川」を対象として仔アユの孵化と海域への流下、稚魚の接岸、アユ未成魚の河川への遡上、アユの生残と遡上行動に及ぼす遊離アンモニアとクロラミンの影響などを現地調査と室内実験により精査し、天然アユの遡上状況とその阻害要因を詳細に検討している。論文では、まず大和川におけるアユ仔魚の流下数について調べ、2007年と2009年の秋季にはそれぞれ290万尾と190万尾の仔魚が海域へ流下したものの、2008年は仔魚の流下が確認されず、産卵や仔魚の孵化が不安定であったことを明らかにしている。次に、耳石の日周輪と微小部蛍光X線分析結果を用い、アユの海域生活期間を明らかにすることによって天然アユと人工放流アユを識別し、ピーターセン法により2010年の大和川における天然アユの遡上数(1.4万尾)を初めて定量的に示した。続いて、急性毒性試験の方法により大和川河川水におけるアユの主たる遡上阻害物質が遊離アンモニアであることを突き止め、その48時間半数致死濃度(18°C)を0.24mg/Lと明示している。また、クロラミンと遊離アンモニアとの複合影響にも言及し、クロラミンが0.065mg/Lの濃度で混在する場合、遊離アンモニアの毒性が強くなることを明らかにした。さらに、アユは遊離アンモニアに対して明白な忌避行動を示さず、また、低濃度(0.059mg/L)でとびはね能力が低下することから、河川を遡上する際に遊離アンモニアの低濃度側を選択的に通過する可能性が低く、遊離アンモニアの影響により遊泳力の低下した個体が魚道や堰などの障害物を乗り越えられなくなる危険性があると指摘している。

以上のように、本論文は我が国の都市河川において豊かな生態系を保全・再生するための課題を明らかにしており、天然アユの大量遡上を阻害しない遊離アンモニア濃度や、クロラミンと遊離アンモニアの複合影響についても新しい知見を提供している。これらの研究成果は、環境工学、生態工学、水産工学の発展に寄与するところが大きく、よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格を有すると認める。