

## 鳥取大学が挑む循環式陸上養殖の課題解決

清水 克彦

### 1. 鳥取県産ギンザケ「境港サーモン」

鳥取の海の幸といえば、もっとも有名なのが冬の「ズワイガニ」ですが、最近、春の「境港サーモン（ギンザケ）」が知名度を上げつつあります（図1）。境港美保湾の海面で養殖されたギンザケが3月末から5月末までの間、盛んに水揚げされ出荷されています。

もともと鳥取県は、沖合に好漁場を有することから漁業が盛んな県です。境港（境漁港）は特定第3種漁港に指定され、2017年度は全国4位の水揚げ量がありました。また、大量に水揚げされる魚により、加工や流通が発達し、水産業は鳥取県において重要な産業分野の一つとなっています。近年、鳥取県を含め、我が国の水産およびその関連産業は、資源管理による制約や燃料費高騰による収入の減少、急速なグローバル化の一方で従事者の高齢化と後継者不足など深刻な課題が山積しています。また、消費者の魚食離れも顕著になっています。世界的には、水産業は成長産業であり、特に漁業から養殖へとシフトしているのです。

鳥取県においては、冬期の厳しい海洋環境のもと、これまで海面での養殖が困難であり、鳥取県の水産業の将来は厳しいとの認識が持たれてきました。東日本大震災をきっかけに、宮城県で実施していた経験をもとに、弓ヶ浜水産株式会社（境港市）が美保湾におけるギンザケの海面養殖を開始したところ、実証試験が順調に進み、ついに事業化を達成しました。美保湾で生産されるギンザ



図1. 鳥取の新たな春の旬の味覚「境港サーモン」

ケは冬期の荒波に揉まれ身がしまり適度な脂ののりを備えた高い品質となりました。「境港サーモン」がブランドとして認知されてきており、今後さらに生産が拡大することが見込まれています。また、鳥取県では海水井戸を利用したマサバ養殖や焼却施設の廃熱を利用した循環養殖システムによるキジハタ養殖が行われています。最近では養殖推進県として全国に知られるようになってきました。

### 2. 循環式陸上養殖システム

海面や淡水での養殖システムに加え、近年、循環式陸上養殖システムに注目が集まっています。循環式陸上養殖システムでは、場所や季節に関わらず魚類を養殖することが可能となることから、養殖事業のさらなる普及につながると期待されており、海面や淡水面が限られている鳥取県においても有望なアプローチです。循環式陸上養殖システムの確立は、漁村の振興はもとより、内陸部でも設置可能であることから中山間地での活力ある社会の維持にも寄与すると期待されます。欧米では事業化例を見ることができますが、これまでに国内では事業化を果たした例はまだ多くありません。主な課題は、従来型の養殖に比べコストがかかることと、魚種ごとに適正な飼育条件を見なければならぬ点にあります。これまで、循環式陸上養殖システムの事業化には、おもに魚類の専門家や施設の施工者が主導的な役割を担ってきており、経験が重視されている現状があります。しかしながら、生産性を上げて商業化をはかるためには、養殖施設全体を生産システムとして数値化して俯瞰できるようなIoT化や水質浄化の高度化など、水産学以外の視点からの課題解決も必要になってきました。

境港漁業の主力企業の中で、水産関連機器の製造を行っており、養殖分野でも事業を展開している共和水産株式会社（境港市）が、弓ヶ浜水産株式会社とともに、ギンザケの循環式陸上養殖（図2）を試行するにあたり、



図2. 研究用循環式陸上養殖設備

本学の参画を打診されました。鳥取大学には水産学部や学科がありませんが、地域の主要な産業の活性化に貢献することができ、本学の新たな特色ある研究テーマになると考え、参加させていただくこととなりました。平成28年度鳥取県産学共同事業化プロジェクトに採択され、工学研究科および農学部の教員が研究開発に携わっているところです。また、この機会を通じて、必要とされる人材の育成にも寄与することとしています。

### 3. 鳥取大学の取り組み事例

本事業では、工学研究科増田准教授（環境システム）、工学研究科高部助教（環境工学）、農学部有馬教授（応用微生物学）、農学部曾田講師（獣医感染症学）らがそれぞれ専門性を生かしつつ、新たな研究に挑むこととなりました。筆者は、事業のとりまとめや研究者間や企業との連絡・調整を行っています。

**1) 飼育環境評価の迅速化** 閉鎖型陸上養殖システムでは、給餌量、水質、水温などの飼育条件が、魚の飼育密度、生残率、成長率などの生産性に大きな影響を与えることから、魚種ごとに最適な飼育条件を探索することが重要とされています。しかしながら、適切な飼育条件を探索するためには長期間の試験時間を要します。また、現場では限られた水質項目しかモニタリングと制御ができなため成育不良が起こっていること、及びその原因に気づきにくいという課題があります。そこで、飼育条件や飼育中の環境変化の影響を明らかにすることを目的に、魚体のストレスホルモン量を簡便に測定する手法の確立を目指し、その手法を用いて飼育条件の影響を判定するシステムを構築しています。

**2) コスト削減に寄与する排水利用** 循環式陸上養殖システムでは、飼育水の浄化を行います。このとき飼育水は排泄物を含み、栄養価の高い状態となっています。もちろん、生物学的および物理的に排泄物を除去して飼育水を再利用しますが、これら栄養分を利用することができれば、運転コストを削減することができます。そこで循環式陸上養殖システムから採取した水試料を用い

て餌料用クロレラの培養試験を試みています。これまでに飼育水を用いて、クロレラが優占的に増殖する条件を明らかにしています。

**3) 低温アンモニア酸化細菌・亜硝酸酸化細菌の探索** ギンザケの循環式陸上養殖では、比較的低温（20℃以下）の淡水中で高密度に魚を飼育することになります。これを達成するためには、低温条件下で十分生育するとともに高効率のアンモニア除去能を有した細菌が要求されます。そこで、低温環境下において良好に生育できるアンモニア酸化細菌および亜硝酸酸化細菌の獲得に試みています。色々な起源の細菌叢を集積培養することにより、課題解決に寄与する細菌の単離が期待され、興味深い結果が得られつつあります。

**4) 病原体のモニタリング** 従来の河川からのかけ流し方式の養殖法と比較し、陸上循環方式の養殖方法では水の安定供給や温度の管理がしやすい利点がある一方で、種々の病原体にとって発育条件が整いやすく、ひとたび感染症が発症すると致命的な事態を引き起こす可能性があります。まず、魚病によるギンザケの大量死が起こった場合にその原因について鑑定を行うための体制を学内に整えました。陸上循環式養殖施設の水を定期的に採取し、サンプル内の病原体の有無をモニタリングしています。

### 4. 終わりに

本事業では、循環式陸上養殖システムを生産システムととらえ、魚以外の課題に着目し、工学部および農学部の研究者が協力することにより、鳥取県における重要な産業の一つでありながら、本学のリソースが乏しい水産分野においても、産学連携を推進し、地域に貢献することを目指しています。各研究者がそれぞれの専門性を生かしながら、これまで扱ったことのない研究対象に挑み、課題を発掘し、課題解決のための研究方針を立案し、実験を行っています。本研究の成果が、循環式陸上養殖システムの高度化に役立つことを願っています。