

---

# 米国における沖合養殖事業の現状調査と OMAE2007 出席報告

北 澤 大 輔  
東京大学生産技術研究所

## 1. はじめに

世界の沿岸養殖では、高密度養殖に伴う環境汚染問題や景観問題が浮上しており、今後の魚介類消費量の需要増加に対応するために沖合養殖による大量生産が必要となってきた。米国は、今後沖合養殖を積極的に進めていこうとしている国の1つであり、現在はそのための体制作りを着々と進めている。本派遣事業では、2007年6月7日～20日の日程で米国の沖合養殖に係わる行政機関、研究機関、企業を訪問し、さまざまな最新情報を得ることができたので、以下に報告する。

## 2. 訪問先と訪問目的

2007年6月7日に日本を出発し、6月8日にワシントン D.C.にて米国海洋大気局(NOAA)を訪問した。その目的は、現在米国が準備している国家沖合養殖法案(The National Offshore Aquaculture Act of 2007)と NOAA 養殖プログラムの10年計画(10-Year Plan for the NOAA Aquaculture Program)についてヒアリングを行うことである。最初に米国の海面養殖を所掌しているマネージャーと会談できたことで、当初予定していた以外の機関にも訪問することができた。

次に、6月9日にワシントン D.C.を出発し、6月10日から15日まで、サンディエゴで開催された OMAE2007 (The 26th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering) に出席し、2件の口頭発表を行った。また、サンディエゴ滞在中には、石油掘削施設を利用した沖合養殖事業を手がけている Hubbs-Sea World Research Institute を訪問した。

最後に、6月17日にサンディエゴからシアトルに移動し、6月18日に NOAA の北西水産科学センター、沖合養殖生簀の設計を行っている Ocean Spar LLC., およびその製作を行っている NET Systems, Inc. を訪問し、沖合養殖生簀の開発技術の現状を調査した。その後、6月19日にシアトルを後にし、20日に日本に帰国した。

## 3. 調査結果

本派遣事業では、1つの行政機関、2つの研究機関、2つの企業に訪問するとともに、国際会議 OMAE 2007 に出席したが、これらのうち特に沖合養殖事業に関連して興味深かった調査

結果について記す。

### 3.1 米国海洋大気局 (NOAA) 訪問

NOAA では、水産プロジェクトマネージャーの Dr. Michael Rubino と会談した (写真 1)。米国では、わが国の農林水産省のように、海面養殖を直接取り扱う省庁は存在しない。海面漁獲、養殖に関しては商務省が取り扱うこととなっており、そのもとで NOAA が主導的に今後の海面養殖の戦略を練っている。米国における魚介類消費量の約 8 割は輸入で、養殖は 5%程度に過ぎないが、現在は魚介類消費量が増加傾向にあり、海面養殖事業を発展させなければならないと考えている。沿岸養殖に対しては、世界の多くの国と同じで、環境汚染問題や景観問題が浮上しているため、沖合養殖を積極的に進めていくための準備を行っている。沖合養殖を行う場合は、ハリケーンなどに伴う厳しい自然条件に耐えうる生簀の開発が不可欠であり、現在ニューハンプシャー大学をはじめとしたいくつかの研究機関、企業が沖合養殖のための生簀の開発に携わっている。

NOAA で最も力を入れていることは、国家沖合養殖法案の整備、NOAA 養殖プログラムの 10 年計画の立案、研究開発の推進である。これらのうち、最も大きな挑戦は、国家沖合養殖法案の整備である。この法案は、米国海岸より沖合 3 マイル～ 200 マイルの海域で沖合養殖を行うための許可を得ることを主目的としている。現在は、この法案を議会に提出したところであり、議会を通過するかどうかは沖合養殖事業の発展に対して大きな影響を及ぼすものと考えられる。

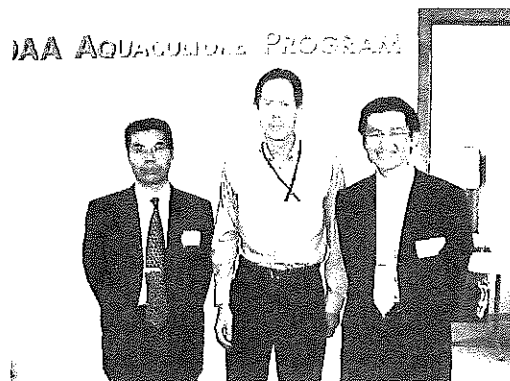


写真 1 NOAA Aquaculture Program にて

### 3.2 Hubbs-Sea World Research Institute 訪問

Hubbs-Sea World Research Institute では、Ms. Paula Sylvia と会談し、石油掘削施設を利用した沖合養殖プロジェクト (Grace Mariculture Project) についてヒアリングを行った (写真 2)。このプロジェクトの実施海域はサンタバーバラ沖であり、使い古された石油掘削施設 Grace (Chevron Texaco) が設置されている海域である。養殖の手順としては、まず直径数 m

の円柱型のタンクを石油掘削施設のデッキ上に設置し、幼魚からある程度の大きさになるまで成長させ、その後近くの 4 つの生簀に魚を移動してさらに成長させる。石油掘削施設には、養殖スタッフが常駐しており、養殖魚の状態を監視している。この方法により、養殖魚の移動に伴うストレスが軽減されるとともに、海水が比較的きれいであるため養殖魚の成長性の向上が望まれるとのことであった。

### 3.3 OceanSpar LLC.訪問

OceanSpar LLC.では、Mr. Langley Gace と Mr. Todd Madsen と会談した。ここでは、AquaSpar や SeaStation と呼ばれる浮沈式生簀の設計を行っている。AquaSpar は角形で 4 隅にスパー、SeaStation はそろばんの駒型で中央にスパーを配置しており、スパー内部に海水を注入することにより沈下させ、エアーコンプレッサで海水の排出を行うことにより浮上させることができる。通常は、海面より約 20 m の位置に沈下した状態であるため、厳しい自然条件に耐えられるしくみとなっている。



写真 2 Hubbs-Sea World Research Institute にて

これらの生簀の開発は、米国海軍における水槽実験と有限要素法による数値解析により行われた。現在は、水深 50 m 程度までの海域に設置経験があるが、水深が大きくなると設置コストが高くなる。今後は、複数の生簀 (SeaStation) に自動的に餌をまく給餌ブイを開発する予定であるとのことであり、沖合養殖事業の大型化、自動化がより一層進むのではないかと感じた。

### 3.4 OMAE2007 出席

サンディエゴで行われた OMAE2007 に出席し、エビ養殖池とムラサキイガイの数値モデルに関する 2 件の発表を行った。現状では、水産工学関連の講演論文数は 5~6 件に留まっているが、今後沖合養殖生簀の大型化や石油掘削施設との連携が進むにつれて、この分野のセッションが増えていくことが期待される。また、今年の国際会議では、カトリーナ等の大型台風による石油掘削施設の被害に関する報告も数多くあり、沖合養殖事業にも適用される共通課題であると思われる。

---

#### 4. おわりに

今回の派遣事業により、米国における沖合養殖事業の現状に触れることができた。また、米国の多くの研究者や企業の方と新しいコネクションを築くことができ、今後の研究活動にとってきわめて有意義であった。米国では、アラスカ州などのように海面養殖業に反対している地域もあるが、法整備から研究開発にいたるまで着実に準備を進めている様子が印象に残った。日本でも近年の台風の大型化等に伴い、より厳しい自然条件での安定的な養殖技術が求められているため、米国の動向は大変参考になるものと考えられる。

最後に、このような貴重な機会を与えてくださった日本財団ならびに日本船舶海洋工学会の関係者各位に厚く御礼申し上げます。

## 2007 年度若手研究者・技術者海外派遣

派遣者氏名	北澤 大輔
派遣者所属	東京大学生産技術研究所 機械・生体系部門
調査テーマ	米国における沖合養殖事業の現状調査と OMAE2007 出席報告
訪問国	アメリカ合衆国
派遣期間	2007 年 6 月 7 日～6 月 20 日
紹介者	
1.Peter Wei-Min Chen	(株)日本水産
2.Thomas M. Losordo	NC State University
3.Michael Rubino	NOAA Aquaculture Program
4.Koji Tamura	NET Systems Inc
訪問先面談者	
a. Michael Rubino	NOAA Aquaculture Program
b Paula C. Sylvia	Hubbs-Sea World Research Institute
c. Ken Masee	Northwest Fisheries Science Center
d. Koji Tamura	NET Systems Inc
e. Langley Gace	OceanSpar LLC
調査内容(1)	米国における沖合養殖の現状と沖合養殖法案について
<p>米国における沖合養殖の現状と沖合養殖法案について、米国海洋大気局 (NOAA) の Rubino 氏にヒアリング調査を行った。米国では、魚介類消費量の約 80%を輸入に頼っており、15%を漁獲、5%を養殖によりまかなっている。すべての漁獲、養殖のうち、約 70%は内水面における生産であり、米国農業省の管理下にある。一方、海洋における漁獲や養殖については、米国商務省の管轄化にあり、その下で NOAA が具体的な計画立案を行っている。動物性たんぱく質の摂取に関して、米国民の水産物消費は現在週に 1 回であるが、今後は国民の健康志向を向上させ、週に 2 回としたいと考えている。そこで、NOAA では、沿岸養殖の環境汚染問題や景観問題、また沿岸 3 マイルは各州の管轄であることから、沖合養殖を積極的に進めたいと考えている。最も重要な課題は、沿岸 3 マイルから 200 マイルまでの海域で沖合養殖を行うための許可を得る沖合養殖法案を可決させることである。沖合養殖技術の開発については、現在各研究機関や大学が生簀や給餌ブイの技術開発を行っている。</p>	
調査内容(2)	石油掘削施設を利用した沖合養殖について

使い古した石油掘削施設を利用した沖合養殖システムについて、Hubbs-Sea World Research Institute の Paula C. Sylvia 氏にヒアリング調査を行った。所長の Donald B. Kent 氏は急用のため、コンタクトできなかった。このプロジェクトは、Grace Mariculture Project と呼ばれており、Chevron Texaco のプラットフォーム Grace に併設して養殖を行うものである。養殖魚種はスズキ、オヒョウ、ブリ、マグロなどであり、以下のような手順で養殖が行われる。まず、プラットフォームのデッキ上に直径数 m の円柱型タンクを設置し、人工種苗が大きくなるまで育てる。プラットフォーム上には、養殖に係わるスタッフが常駐している。魚がある程度育ったら、石油掘削施設の近くに複数台の生簀を設置し、出荷できるサイズになるまで養殖魚を育てる。将来的には、石油掘削施設上にて、養殖魚の餌を生産し、また自動給餌を行うシステムを開発するであろう。ただし、生簀は沈下により波や流れによる力を減らすことができるが、石油掘削施設はハリケーン等の厳しい自然条件に耐えうるものでなければならない。

調査内容(3)

米国における種苗生産とダム建設による環境影響について

米国における種苗生産とダム建設による環境影響について、Ken Masee 氏と Michel Rust 氏にヒアリング調査を行った。米国の水産業の現状としては、ハワイで 2 基の浮沈生簀を用いたカンパチの養殖、メキシコ湾でマダイやマグロの養殖、カリフォルニアでブリの養殖、ワシントン州でサケの養殖、メイン州でムール貝の養殖等を行っている。NOAA には、東海岸と西海岸の北部、中部、南部に合計 6 つの附属研究所があるが、Northwest Fisheries Science Center は西海岸北部（シアトル）の附属研究所であり、東海岸北部（メイン州）の研究所と並んで大きな研究所である。Northwest Fisheries Science Center では、種苗生産技術の開発を行っており、日本の養殖研究所とも共同で年に 1 回シンポジウムを開催している。一方、ダム建設による環境影響については、サケの遡上の阻害の影響に関する研究を行っている。実際に、段差を用いた水路模型で、サケを遡上させて産卵する様子等をビデオカメラで撮影し、サケの行動について詳細に調査している。また、近くの海域には実験用生簀を有しており、海中の動物プランクトンを濾しとって養殖魚の餌にするなどの新しい試みを行っている。

調査内容(4)

大型浮沈式生簀の開発について

大型浮沈式生簀の開発状況について、OceanSpar LLC の Langley Gace 氏と Todd Madsen 氏にヒアリング調査を行った。OceanSpar LLC では、AquaSpar や SeaStation と呼ばれる浮沈式の大型生簀の開発を行っている。AquaSpar は実際にコロンビアリバーに設置されているが、これは洪水時に高栄養塩の水が表層に流れ込んだときに、AquaSpar の沈下によって養殖魚への被害を抑制しようとするものである。一方、SeaStation は、そろばんの駒の形をした浮沈式生簀であり、主に外洋の厳しい自然条件の中で沈下した状態で用いられる。波浪に対する設計条件は特に定められていないが、流れに関しては 2.5~3 ノットの流速に耐えられるように係留も含め設計されている。現在、水深 50m 程度の海域まで設置した経験があり、6200m<sup>3</sup> モデルで 200,000 ドル程度であるが、水深が大きくなると係留コストが高くなる。SeaStation の開発にあたっては、海軍の水槽において模型実験を行い、有限要素法による解析プログラムを開発した。最も古い SeaStation は、ハワイ沖のカンパチ養殖に用いられているが、約 10 年間にわたって問題なく稼働している。OceanSpar LLC では生簀の設計のみを行っており、実際に製作するのは Net Systems Inc であり、工場見学を行った。また、現在は給餌ブイの開発に着手している。

#### 特記事項

米国の沖合養殖に係わる産官の主要な組織においてヒアリング調査をすることができ、調査目的を達成できたと考えている。当初は、NOAAのRubino氏とNet systems Inc.およびOceanSpar LLCを訪問し、米国における沖合養殖の製作と沖合型の大型浮沈生簀の開発状況について調査する予定であったが、Rubino氏から様々な情報を得たことで、急遽使い古された石油掘削施設を利用した沖合養殖事業を行っているHubbs-Sea World Research Instituteと、Northwest Fisheries Science Centerを訪問することができた。ただし、沖合養殖事業を推進している学の代表は、OceanSparと共同で浮沈式生簀や給餌ブイの開発を行っているニューハンプシャー大学である。本事業では、時間の関係上訪問することができなかったが、コネクションはできたので今後交流が可能である。

沖合養殖事業の調査とは別に、国際会議 OMAE2007( The 26th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering ) に出席し、ムラサキイガイの個体群モデルの研究、エビの養殖池の物質循環調査とリサイクル型養殖法の研究に関する2件の講演発表を行った。その他、会議中には、石油掘削施設のカトリーナ被害に関する発表が数多くあり、今後沖合養殖事業を展開する上で参考になるものがあつた。また、Aquaculture Engineeringのセッションでは、ノルウェーのSINTEFより生簀ネットの動揺実験(網目の大きさによってどのように変化するか)に関する報告や、フィージビリティは定かではないが、有限要素法を用いた柔軟構造のフレーム式生簀の提案があつた。さらに、Ocean Space Utilizationのセッションでは、近畿大学より3件の講演発表があり、生簀等の編地の変位のシミュレーション結果が示された。