

事業区分	経常研究(基盤)	研究期間	平成 23 年度～平成 27 年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	養殖魚類の育種技術開発 (育種技術導入による競争力のある養殖用種苗づくり)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	総合水産試験場 種苗量産技術開発センター 魚類科 山田敏之			

<県長期構想等での位置づけ>

長崎県総合計画	基本理念 産業が輝く長崎県 政策 4. 力強く豊かな農林水産業を育てる 施策 (4)収益性の高い、安定した漁業・養殖業の実現
長崎県科学技術 振興ビジョン	基本目標 競争力のある産業により雇用が拡大した社会 2-1. 産業の基盤を支える施策 (2)力強く豊かな農林水産業を育てるための、農林水産物の安定生産と付加価値向上
長崎県水産業振興 基本計画	基本目標Ⅱ. 収益性の高い、安定した漁業・養殖業の経営体づくり 基本施策 6. 収益性の高い養殖業の育成

1 研究の概要(100 文字)

既存の養殖魚と質的差別化が図られ、価格競争において優位に立てる品種を作出するため、最新の育種技術を取り入れた種苗の生産技術開発に取り組む。	
研究項目	① 人工種苗の性コントロール技術の開発(トラフグ・ホシガレイ) ② 優良品種作出のための育種技術の開発(トラフグ)

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ	<p>県内養殖業界は、餌料の高騰、魚価の低迷および販売不振により経営が危機的状況にある。業界は、高価格で売れる養殖魚の開発を強く望んでおり、代表種であるトラフグについては種苗生産、養殖生産量共に日本一であるため、その優位性を高めるには良質な白子を持った雄のトラフグ(全雄化)など質の高い品種開発を望んでいる。ホシガレイは、ヒラメと比べ良質な肉質から高価で取引されているため他と差別化が図られる新たな養殖種として期待され、雌が雄の 2 倍の成長を示すことから雌のみ生産できれば養殖の有望種となる。ハタ類は、これまでマハタについて技術開発し、中国など海外への輸出に視野を入れた養殖種として県内の民間種苗生産機関に技術移転中であるが、他との優位性を高めシェアを獲得していくためには、成長や肉質のよい品種や海外市場のニーズに応える新しい品種の開発が必要とされている。</p>
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性	<p>性のコントロールについては、ヒラメ、マツカワ等で試みられており、トラフグの雄化においても、近畿大学等で飼育環境を調整して試みられているが、実用化には至っていない。一方、優良形質を有する親魚の確保については、県内の優良種苗生産機関が独自に取り組んでいる状況であるが、全国的に見ても科学的な根拠を持った優良家系の探索については今後の課題である。</p>

3 効率性(研究項目と内容・方法)

研究項目	研究内容・方法	活動指標		H 23	H 24	H 25	H 26	H 27	単位
①-1	YY 雄の作出技術開発(トラフグ)	精原細胞移植 と YY 作出試験	目標	4	4	2	2	2	回
			実績	6	2	2	2	2	
①-2	全雌生産のための偽雄生産試験(ホシガレイ)	偽雄作出試験	目標	1	1	1	1	1	回
			実績	1	1	1	1	1	
②	優良親魚同士の交配による優良品種の探索(トラフグ)	優良親魚の交配	目標	1	1	3	3	3	回
			実績	3	3	3	3	3	

1) 参加研究機関等の役割分担

東京海洋大学: 全雄化種苗開発に伴う新技術開発
 東京大学: 対象魚の遺伝子解析関係
 大島種苗・長崎種苗・金子漁業: トラフグ採卵協力
 長崎大学: 全雌化に関する研究

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	136,575	83,512	53,063				53,063
23年度	29,260	18,076	11,184				11,184
24年度	28,908	17,826	11,082				11,082
25年度	25,702	15,444	10,258				10,258
26年度	26,458	16,134	10,324				10,324
27年度	26,247	16,032	10,215				10,215

※ 過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案
 ※ 人件費は職員人件費の見積額

(研究開発の途中で見直した事項)

- ・H24年度から、①-2について、3 効率性の研究内容・方法の項「XX 雄の作出技術開発(ホシガレイ)」を「全雌生産のための偽雄生産試験(ホシガレイ)」に変更。この変更に伴い活動指標を「雌性発生作出試験」から「偽雄作出試験」に変更し、目標も年1回に変更。
- ・25年度に①-1について、トラフグ超雄の作出を確認できたことから、活動指標にYY 作出試験を加え、目標値を4回から2回(精原細胞移植1回とYY 作出1回)に改めた。
- ・H24年度から、全国シェア日本一を誇る本県の重要養殖魚種であるトラフグに重点的に取り組むため②「優良親魚同士の交配による優良品種の探索」の対象魚種からハタ類を除いた。

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	H	H	H	H	H	得られる成果の補足説明等
				23	24	25	26	27	
① -1	全雄化用YY雄の作出と全雄生産	2	2		(1)	1	2	2	トラフグ YY 雄の作出とその精子を用いた全雄生産
① -2	偽雄作出と超雌の作出	2	2	1	1	2	1		ホシガレイ偽雄の作出とその精子を用いた超雌生産
②	優良形質を持った親魚の確保	1	1		1	1	1	1	トラフグ親魚の確保と有用形質が遺伝形質であることの確認

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

本事業は、全国的に先駆けた取組であり、国内で先端技術を持つ大学(東京海洋大、東大等)と連携して進めるほか、育種素材の探索や評価においては、長崎県の各種種苗生産機関と連携して効率的に進めることができる。

2) 成果の普及

■研究成果の社会・経済への還元シナリオ

行政等関係機関と連携して、県内種苗生産機関への技術移転を図り、優良品種の安定供給を図る。

※長崎県には、魚類の種苗生産機関が民間を含めて13機関あり、水試が中心となって長崎県種苗生産技術研究会を組織して、技術レベルの向上等を図っている。

■研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

人工種苗の性コントロール技術が完成すると、精巢が珍重され高値で取引されるトラフグでは遺伝的裏付に基づいて優良な全雄種苗生産を行うことで、トラフグ養殖生産量; 80 億円が単純計算して 1.5 倍となり、約 120 億円となる。さらにホシガレイについては、天然資源が減少する中、養殖によって安定生産でき、雌は雄より成長が早く、高値で養殖対象として有利であることから、魚価の安定や計画出荷に役立ち、漁家経営への安定につながる事が可能になる。

(研究開発の途中で見直した事項)

- ・H24 年度から、①-2 について 4 有効性の成果指標の項「全雌化用偽雄魚 (XX) の作出」を「全雌化用偽雄魚の作出」に変更。また、あらたな成果指標として①-1 全雄化用 YY 雄の作出を追加
- ・H25 年度に①-1 について、トラフグ超雄の作出が確認できたことから、成果指標に「全雄の生産」を追加。これに伴い目標値を「1」から「2」に変更
- ・H25 年度、ホシガレイ偽雄の成熟が確認できたことから、成果指標に「超雌の作出」を追加。これに伴い目標値を「1」から「2」に変更

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(22年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性: S 県内の魚類養殖業は、魚価の低迷や販売不振により経営が危機的状況にあり、競争力のある高価格で売れる養殖魚の開発・改良が強く望まれている。付加価値の高い養殖魚(家系・品種)を開発して販売競争において優位に立つためには、既存の養殖魚との質的差別化を可能とする育種技術を開発する必要がある。 ・効率性: A 国内の最先端技術を有する大学および親魚を保有する県内民間種苗生産機関と連携することで効率的に研究を進める。 ・有効性: A 本事業で開発した技術を、行政機関と連携し種苗生産機関へ技術移転するとともに生産された種苗を魚類養殖業界に普及・展開することで、販売競争で優位に立ち収入の安定・増加が期待される。 ・総合評価: A 県内の魚類養殖業は、魚価の低迷や販売不振により経営が危機的状況にあり、付加価値の高い養殖魚(品種)を開発して販売競争において優位に立つためには、既存の養殖魚との質的差別化を可能とする育種技術を開発する必要がある。 国内の最先端技術を有する大学および親魚を保有する県内民間種苗生産機関と連携することで効率的に研究を進め、開発した技術を、行政機関と連携し種苗生産機関へ技術移転するとともに生産された種苗を魚類養殖業界に普及・展開することで、販売競争で優位に立ち収入の安定・増加が期待される。 	<p>(22年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性: A 雌性或いは雄性の特徴を発現させた種苗は市場ニーズがあり、高品質の養殖用種苗生産の技術を確立していくことの社会的要望は強い。 ・効率性: A 複数の研究機関、民間種苗生産機関との共同研究を効率的に導入している。 ・有効性: A 高成長、高付加価値の種苗作出は、養殖業界にとって有効性が高い。特に、トラフグに関する当該技術が確立されれば、本県の優位性が出てくることが期待される。 ・総合評価: A 有用な特許取得も視野に入れており、水産研究としての水準も高い。早期の技術確立を望む。これらの技術により生産された魚の市場での評価に配慮しながら進めて欲しい。種苗生産技術の開発に係る研究課題が前記「良質な種苗の生産技術開発」と同時に進行することになるので、課題名について検討するよう指摘を行い、課題名を「養殖魚類の育種技術開発」と変更した。
	対応	<p>対応</p> <p>技術開発の進展を促進するために、県内種苗生産業者、漁協および養殖業者との連携のもと、求められる技術開発に努力します。また、市場や消費者のイメージする生産物の安全・安心に考慮したブランド化を図るように配慮します。</p>
途中	<p>(25年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性: S 県内の魚類養殖業は、魚価の低迷や販売不振に 	<p>(25年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性: S 県内の養殖業者は、魚価の低迷と消費の低迷

より経営が危機的状況にあり、競争力のある高価格で売れる養殖魚の開発・改良が強く望まれている。付加価値の高い養殖魚(品種)を開発して販売競争において優位に立つためには、既存の養殖魚との質的差別化を可能とする育種技術を開発する必要がある。

・効率性：S

国内の最先端技術を有する大学および親魚を保有する県内民間種苗生産機関と連携することで効率的に研究を進めている。トラフグ全雄化用 YY 雄の作出については、東京海洋大学、東京大学との密な共同研究により、これまでに、1 個体の YY を作出することができており(寄生虫症により死亡)、技術の実現可能性を示すことができた。トラフグの優良形質の探査においては、雄の「早熟」(出荷までに白子のはる)および「高成長」等の親魚候補の精子を譲り受け、交配試験を水試で実施。生産種苗の養殖試験を県内養殖業者に委託して実施中。ホシガレイ全雌生産技術開発については、効率的な性判別法を開発したことから、全雌生産に必要な偽雄を容易に選別できることとなった。

・有効性：A

本事業で開発した技術を、行政機関と連携し種苗生産機関へ技術移転するとともに生産された種苗を魚類養殖業界に普及・展開することで、販売競争で優位に立ち収入の安定・増加が期待される。現在、トラフグの性統御、優良形質の探索においては、県内種苗生産業者と密接な情報交換を行ないながら研究を進めていることから、開発後の技術移転等も円滑に行えるものと考えられる。

・総合評価：S

県内の魚類養殖業は、魚価の低迷や販売不振により経営が危機的状況にあり、付加価値の高い養殖魚(品種)を開発して販売競争において優位に立つためには、既存の養殖魚との質的差別化を可能とする育種技術の開発および実際の育種の必要性が高まっている。国内の最先端技術を有する大学および親魚を保有する県内民間種苗生産機関と連携することで効率的に研究を進めており、現時点で、研究は順調に進展している。特にトラフグの代理親魚技術による YY 雄の作出については、世界初の業績であり種苗生産・養殖業界から注目されている。また、種苗生産機関および行政機関と連携しながら研究を進めていることから種苗生産機関への技術移転および種苗の魚類養殖業界への普及・展開が円滑に進められるものと期待される。これらのことから、本研究事業は県内種苗生産

で厳しい状況にあり、価格向上のための「トラフグ雄化」や「ホシガレイ雌化」の品質向上技術開発は大きく期待され、必要性は高い。遺伝子組み換えでない育種の必要性は高く、性コントロールは社会的意義の大きい研究テーマでもある。トラフグの育種については県内の一部の生産者が5、6年前から別手法で取り組んでいるため、本研究の意義と目的を十分明確にする必要がある。

・効率性：A

大学との共同研究体制の中で、研究目標は適切に管理され、予定より早い研究の進展が見られるなど進捗状況も順調で、効率性について高く評価したい。遺伝様式の解明成果をもとに、計画的に練られた研究デザインのもとに研究が進められている。

・有効性：S

トラフグの全雄化(性コントロール)の技術は他魚種への応用が見込まれ、成果の水産経済に対する波及効果はかなり高いと思料される。県水試が開発した技術であり、県内種苗生産施設に限定した技術使用とすれば、他県との差別化を図ることも期待できる。

・総合評価：S

トラフグ全雄化の育種技術開発は国内でも初めての技術開発であり、学術的な意義も大きく、研究最終目標が得られれば長崎県の養殖業者の収益拡大につながる。さらに雌雄決定の温度等の因子が解明されれば、全雄、全雌育種が可能となり評価は極めて高くなる。理論的には生態系への影響はないとの説明であったが、研究を進める過程においては常に生態系への影響についても考慮する必要がある。今後のこの技術の民間普及については、知財を守りながら薄利多売にならないような販売戦略が構築されることを期待する。

	<p>および養殖業者の競争力の向上に貢献し、販売競争で優位に立ち収入の安定・増加につながるものと期待される。</p>	
	<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>トラフグ育種については、県内種苗生産業者が経験的に取り組んできた優良形質をもった親魚について、科学的に形質を評価し、その形質の固定を目的としています。今後とも、県内種苗生産業者と密接に協力して育種に取り組んでいきたいと考えています。また、トラフグ全雄生産のための超雄個体、ホシガレイ全雌生産のための超雌個体の取り扱いについては、環境中への放出がないよう万全の飼育管理をおこないつつ研究を進めます。</p>
<p>事後</p>	<p>(28年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性: A <p>県内の魚類養殖業は、魚価の低迷や販売不振により経営が危機的状況にあり、競争力があり高価格で売れる養殖魚の開発・導入が強く望まれている。付加価値の高い養殖魚(家系・品種)を開発して販売競争において優位に立つためには、既存の養殖魚との質的な差別化を可能とする育種技術の研究が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性: S <p>非常に難易度の高い研究課題に対して、国内最先端の技術を有する大学との共同研究を行うとともに、優良家系親魚を保有する県内の民間種苗生産機関と緊密に連携することで効率的に研究を進めることができた。さらに、作出した家系の種苗を用いた飼育試験については、県内養殖業者との共同研究により効率的にデータ収集を行うことができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性: A <p>本事業で開発した技術、種苗を県内養殖業界に導入することにより、県内トラフグ養殖の競争力が強化されることが期待される。導入のための手段としては、県内の種苗生産機関による優良種苗の生産、販売が必要であるが、本事業の研究過程において、これら業者との連携関係が構築されていることから、現場への速やかな普及が見込まれるものと考えている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合評価: A <p>厳しい経営環境におかれている本県養殖業界にとって、経済的な優良形質を持った家系の育種および優良家系種苗の養殖現場への導入は、経営改善に有効な方法であり、現場ニーズも高い。この課題</p>	<p>(28年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性: A <p>養殖魚の魚価低迷を改善し、他県に対し高い競争力を持つには、質的な差別化を図ると共に、良質な育種技術が必要不可欠である。県内の特産魚であるトラフグとホシガレイを対象とし、収益性をさらに上げるための技術開発は重要であり、県として取り組む必要性の高い研究であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性: A <p>最先端の技術を有する大学や県内の優秀な民間業者との共同研究により実施することで、効率的に研究を実施した。また、トラフグにおいて代理親魚を活用した種苗生産の手法は、研究スピードを上げた点からも効率性が高いと判断できた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性: A <p>トラフグの全雄化や白子早熟家系の育種、ホシガレイの全雌化は、魚価の向上につながるものであり、本成果を県内養殖業者が利用することで、他県に対して優位性の高い養殖生産が可能となることから、その有効性は高い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合評価: A <p>全体計画は高度な学術・技術レベルを含んでおり、本事業は十分初期の目標を達成しており、社会への波及効果も高く、計画以上の成果を上げたと評価できる。成果が早急に現場へ反映されることが望まれる。</p>

<p>に対しては、国内で最先端の大学との共同研究、多様な家系親魚を有する種苗生産業者と連携した取組により、効率的に研究を進めている。特にトラフグについては、世界で初めて代理親魚技術による全雄種苗の生産技術を開発するとともに、白子早熟家系育種の成果をこれと融合することにより、早熟全雄を作出することができた。現在、早熟全雄の現場導入への準備を進めており、今後の養殖業に貢献することが期待される。ホシガレイについては、性決定様式を明らかにし、全雌の1世代前の超雌世代づくりの段階まで研究が進捗している。</p>	<p>さらに、トラフグについて、早期に成熟する雄から取り出した精子の最適な保存条件が明らかとなれば、精子の長期保管が可能となり、供給時期等を調整することができるようになることから、その意義は極めて高いものとなる。</p>
<p>対応</p>	<p>対応 全雄トラフグについては、今後、円滑な市場導入にむけて、養殖特性の把握に取り組みます。また、トラフグ優良家系育種については、白子早熟形質のDNAマーカーを探索し確実な優良親魚の選抜を可能とする技術開発に取り組む。</p>