



日本を代表する魚の資源と魚類養殖の新時代

ブリからはじまる

第11回成果発表会

独立行政法人 水産総合研究センター

2013年12月20日 金

13:30~17:30(受付開始13:00)

東京証券会館ホール

東京都中央区日本橋茅場町1-5-8

【主催】独立行政法人 水産総合研究センター

【後援】水産庁・(一社)大日本水産会・全国漁業協同組合連合会・(一社)マリノフォーラム 21・(公社)全国豊かな海づくり推進協会・(一社)海洋水産システム協会

ごあいさつ



本日は年末のお忙しい中、水産総合研究センターの成果発表会にご来場いただき誠にありがとうございます。

私ども水産総合研究センターは、科学的な調査、研究、技術開発を通じて水産基本法の基本理念である「水産物の安定供給の確保」と「水産業の健全な発展」に貢献する調査研究機関です。平成23年4月からの第3期中期計画においては「資源」「沿岸漁業の振興」「養殖」「食品の安全性や漁船・漁港などの社会基盤」「モニタリングや基礎的・先導的研究開発」の5本の柱に重点化して研究の発展に取り組んでおります。

これらの研究開発の成果を皆様にわかりやすく伝え、さらに日本国民の生活に根ざした水産業を発展させるために、日本全国で講演会、セミナー、シンポジウムを開催しています。その一つとして水産総合研究センターが重点的に進めているテーマをピックアップして水産業関係者並びに一般の皆様にご紹介するイベントとして、成果発表会絵を毎年開催しております。

第11回目を迎えました本年度は、「ブリからはじまる～日本を代表する魚の資源と魚類養殖の新時代～」と題してブリ研究の最前線についてご紹介いたします。ブリは日本の水産業にとって重要な魚種であり、水産総合研究センターの研究対象として、天然資源生態、養殖技術、魚病、ゲノム研究など多岐にわたるアプローチをしており、これまで多くの成果を発表してきた魚種であります。ブリは養殖魚として古くから普及してきたため近年では大量生産の廉価品というイメージが根強く残っていますが、長年の研究の成果により、美味で丈夫な魚を安定して生産する技術が格段に進歩しています。一方天然のブリは近年の気候変動に対応して分布域が変化しており、天然資源は環境変化に大きな影響を受ける不安定なものです。

魚類の完全養殖は不安定な天然資源に頼ることなく、生態系を損なわずに持続的に水産物を供給する将来の水産業に光を投じるものとなってまいりました。本日は先駆的に魚類養殖が行われてきたブリをモデルケースとして新しい魚類養殖の成果を紹介いたします。

このような機会を通じ、皆様方との交流をさらに深め、いただいたご意見を今後の研究、技術開発の活動に積極的に活動に取り入れていく所存でおりますので、より一層のご理解とご支援を下さいますようお願い申し上げます。

平成25年12月20日
独立行政法人水産総合研究センター
理事長 松里 壽彦

プログラム

1 開会

2 理事長挨拶

3 講演

1) 出世魚ブリの魅力 —大衆のための高級魚—

飯田貴次（増養殖研究所 所長）

2) 近年の気候の変化で日本の大事な資源、 天然のブリはどうなっている？

木所英昭（日本海区水産研究所 資源管理部）

3) ゲノムサイエンスを利用した ブリの健康維持

中易千早（増養殖研究所 病害防除部）

4) 丈夫で美味しく大きなブリをはぐくむ

荒木和男（増養殖研究所 養殖技術部）

5) 新しいブリの養殖技術

有瀧真人（西海区水産研究所 資源生産部）

4 総合質疑

5 閉会

出世魚ブリの魅力 一大衆のための高級魚



増養殖研究所 所長 飯田貴次

鰯（ブリ）は古くから日本人には馴染みの深い重要な食用魚です。江戸時代に貝原益軒が書いた「養生訓」には「脂の多き魚なり、脂の上を略する」と紹介されています。ちなみに、「ブリ」という名前は「アブラ」が「ブラ」になり「ブリ」になったとの説のほかにもあります。刺身、寿司ネタとして利用するのはもちろん、焼いては照り焼き、煮ては鰯大根など代表的な和食の食材として誰もが知っている人気の高い魚です。また関西では脂ののった寒ブリはお正月に無くてはならないものです。ブリの分布は西は中国から東はハワイまで広範囲にまたがっているにもかかわらず、諸外国に比べて日本での人気は圧倒的に高く、大型で脂ののった高級魚として日本の食文化を支えてきています。

ブリは北太平洋に広く棲息する大型回遊魚で、基本的には南方系の魚であり、日本近海に分布の中心があります。黒潮の影響の強い本州の南部以南から東シナ海で産卵し、黒潮-親潮の混合水域で餌を求めて回遊しています。冷水の親潮域には通常分布しません。2～5月に生まれた稚魚はモジャコと呼ばれ、体長2センチ程度になると流れ藻などの周囲につく習性を持つようになります。そして流れ藻とともに海流（黒潮または対馬暖流）に流されながら、日本の沿岸域に到着するのです。日本沿岸で2年間ほど過ごして成長したブリは3才以上になると再び日本南方に産卵に戻るといって回遊をしています。

ブリは日本国内の様々な地域で成長するにつれて呼び名が変わる魚、いわゆる出世魚として知られています（表）。これはブリが全国各地でその成長過程の様々な段階で食材として親しまれ、また成長に伴って変化する味や食感の違いを細かく認識できる日本の食文化を良く反映しているものと言えるでしょう。養殖したブリを「ハマチ」と呼ぶことが多いのですが、ブリ養殖の中心が西日本で、出荷サイズが関西の呼び名の「ハマチ」サイズであったため、養殖ブリの代名詞として「ハマチ」と呼ばれるようになったようです。

表 ブリの名前の変化の例

大きさ	20センチ	40センチ	60センチ	80センチ
関東	ワカシ	イナダ	ワラサ	ブリ
関西	ツバス	ハマチ	メジロ	ブリ
九州	ワカナゴ	ヤズ	コブリ	ブリ

ブリは刺身素材としても脂の多い魚として評判が高く、大きくなるほど、さらに冬場になると一般に脂質含量が高く、いわゆる脂がのった状態となります。加えて、回遊するパターンによっても脂ののりが異なるとされ、寒ブリシーズンの12月に佐渡で漁獲したブリ（北方まで大きく回遊して栄養豊富な寒流の混ざる海域で育ったブリ）と、同じ時期に対馬で漁獲したブリ（南方海域に定着して育ったブリ）を比較すると、佐渡で漁獲されたブリは対馬で漁獲されたブリよりも脂質含量が高い傾向があります。日本海中部で漁獲される寒ブリが珍重される理由は明らかです。このように北の海域まで回遊するブリは、日本海の冬季水温が高い年代に増加する傾向があることがわかってきており、さらに近年の温暖傾向の中で、これまでほとんど漁獲されなかった北の海域でもブリが漁獲されるようになってきています。また近年の天然資源の漁獲は多くの魚種が軒並み減少傾向の中で、ブリの漁獲は増加しており、注目度が益々高まっています。

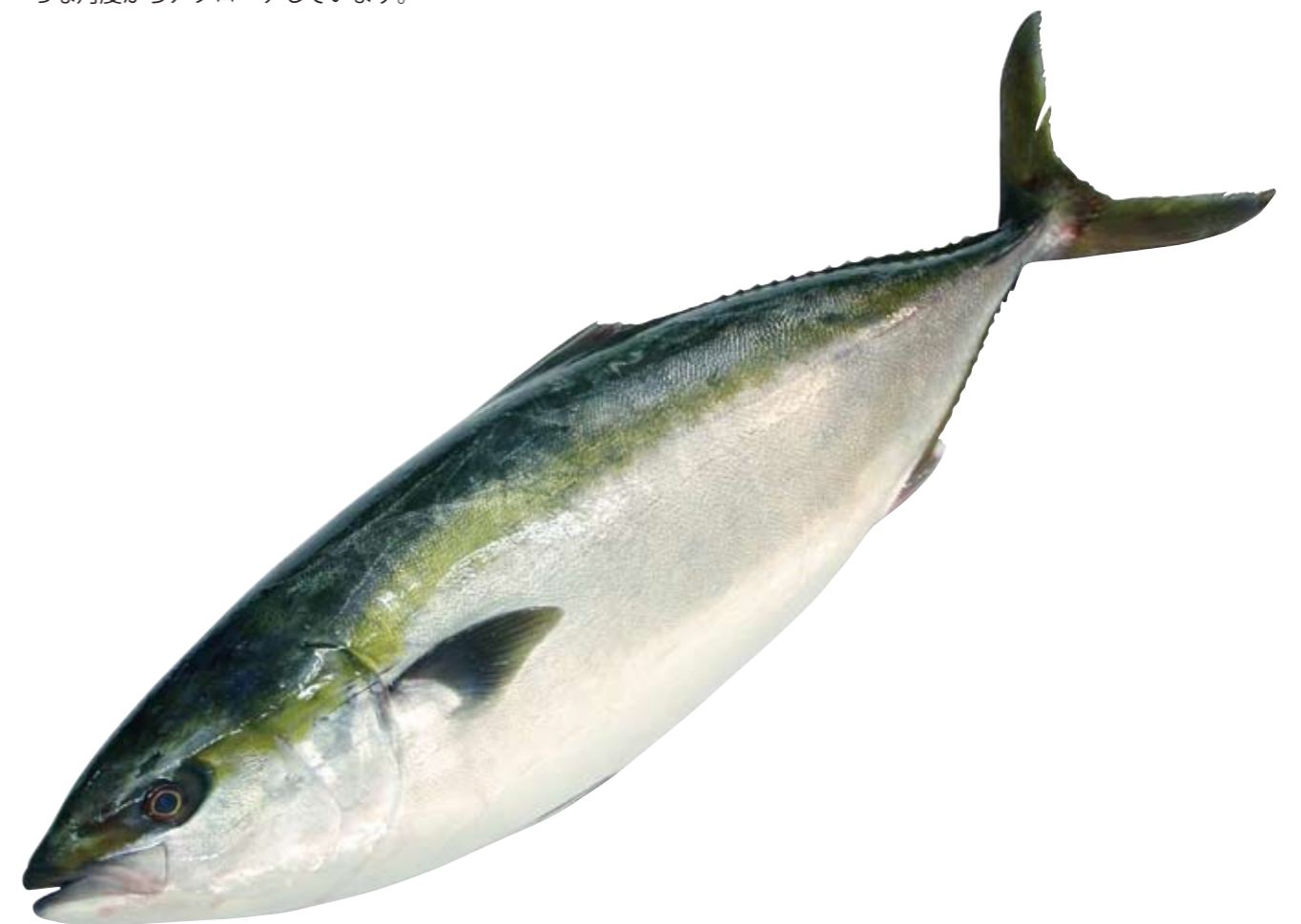
ただ、漁獲が増加しているからといって、野放図に漁獲を増やしてよいわけではありません。現在は安定していると考えているブリの天然資源も、昨今のクロマグロやニホンウナギのように、いつ急激に減少するかは予測できません。ブリの養殖では種苗として天然のモジャコを利用していますが、このように小型魚のうちに漁獲することは、天然の資源を持続的に利用するという観点では望ましいことではありません。ブリの成長と漁獲量の関係を見極めて資源管理をしていくことが、天然資源を維持していくためには非常に大切なことです。水産総合研究センターでは、生物学、生態学、海洋学の知見を総合して科学的に資源管理を行うことに務めています。

ブリといえば養殖魚の王様でもあります。ブリの養殖は昭和3年（1928年）に香川県で始められました。最初は海水池の水門を仕切って飼育をしていましたが、昭和30年代後半に網生簀を用いる比較的簡易な小割式養殖（図）が開発されると、昭和40年代には静岡県以西の地域に急速に普及し、経営体数も急増しました。昭和46年に初めて養殖量が天然漁獲量を上回り、それ以降は絶えず養殖量が上をいっています。養殖生産量は15万トン前後で推移しており、絶えず日本の魚類養殖のトップを走っています。養殖のおかげで、天然資源で見られるような年々の資源量の変動による供給不安定という心配も無くなり、どここのスーパーでも回転寿司でも食べることができる魚となりました。養殖魚は天然に比べて質が劣っているという世間のイメージが根強いものでしたが、最近では餌や飼育方法などの工夫により、天然とは違った美味しい魚を作る取り組みも各地で進み、各地のブランドとしても定着してきています。しかし、養殖には、種苗の確保、飼料の量の確保や質の確保、病気の克服などの問題もあり、水産総合研究センターでは、これら養殖の問題の解決に向けていろいろな角度からアプローチしています。

今回の成果発表会では、身近になったブリについて、水産総合研究センターが取り組んできた資源管理、新しい養殖技術や病気対策などの調査研究を中心に最新の成果をご紹介します。



図 小割式生け簀



近年の気候の変化で日本の大事な資源、天然のブリはどうなっている？



日本海区水産研究所 資源管理部 木所英昭

私達は養殖ブリばかりでなく、天然ブリも多く消費している。養殖ブリも天然の稚魚（モジャコ）を育てたものであることから、実質的には私達が消費しているブリのほとんどが天然資源に依存していることになる。ブリに限らず、天然資源に大きく依存する水産資源はレゾームシフトをはじめとする気候の変化の影響を避けることができない。そのため、適切な資源管理が実施されているにもかかわらず、気候の変化によって資源量が大きく減少する場合もある。では、現在のブリ資源はどのような状況にあるのだろうか？ここでは、ブリの資源・漁獲状況について海洋環境との関連についての研究成果を交えながら概説するとともに、望ましいブリ資源の利用方法についても紹介したい。

いことから、大量に漁獲されるブリを有効に利用することが出来ず、急増したブリの有効利用が新たな課題にもなっている。

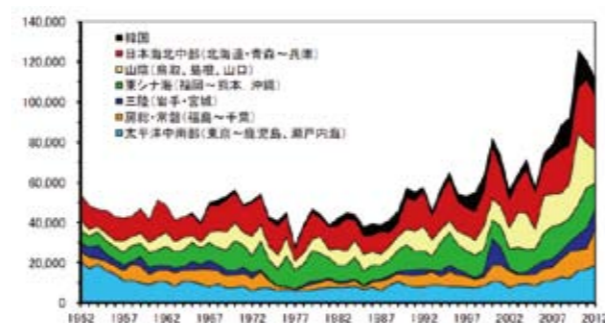


図1 ブリの漁獲量の推移(ただし、ぶり類として集計)

気候の変化とブリの資源状態

日本のブリの漁獲量(ただし、ぶり類として集計されている)は、1990年代までは4万～5万トン前後であった(図1)。しかし、2000年代以降に増加し、2009年および2010年には10万トンを超え、過去最高を記録するようになった。水産庁事業による資源評価結果でもブリの資源水準・動向は「高位・増加」と判断されている。ブリの漁獲量が増加し、資源状況も良好と判断される背景として、1990年代以降の海洋環境の変化(高水温)が関与していることが指摘されている。

ブリは東シナ海を中心とした海域に産卵場を持つ暖水性の魚類であり、おおよそ水温14℃～18℃の水域で漁獲され、水温9℃程度が分布の限界とされている。1990年代以降の水温上昇によってブリの分布・回遊範囲が変化し、ブリが多く漁獲される海域も北上する傾向にある。その結果、北海道におけるブリの漁獲量が近年急増している。特に夏季の水温が高かった今年は、オホーツク海にも多くのブリが来遊し、新聞やテレビニュース等でも話題となった。しかし、ブリの漁獲量が多くなったものの、道南海域ではこれまで漁獲の中心であったサケやスルメイカの漁獲量が減少した。加えて、北海道はブリの消費が盛んな地域でな

ブリの生活史

ブリの稚魚はモジャコと呼ばれ、流れ藻につく習性をもつ。2月～4月に東シナ海で生まれたモジャコは、流れ藻と共に海流に輸送されて日本の沿岸域に來遊してくる(養殖ブリは、これら天然由来のモジャコを採集し、大きく育てたブリである)。日本沿岸域に來遊した後は、成長にしたがって流れ藻を離れ、遊泳力の増大と共に、日本海側および太平洋側の沿岸各地を北上する。

水温の上昇と共に沿岸域を北海道周辺海域まで北上したブリは、秋以降は水温の低下と共に南下に転じ、分布の下限とされる水温9℃以上の海域で越冬する。翌春以降は、水温の上昇と共に再び北上し、季節的な南北回遊を行うようになる。ブリの季節的な南北回遊の範囲は、越冬した海域によって異なることが近年の研究で明らかとなっている。例えば、日本海では、能登半島以西で越冬したブリは、翌春以降も大きな移動をせずに回遊範囲が狭いのに対し、能登半島以北で越冬したブリは回遊範囲が広く、中には道北海域まで回遊するブリもいることが標識放流調査結果より示されている。なお、日本海では1990年代以降の高水温によって能登半島以北でも多くのブリが越冬することが

可能となり、日本海北部の資源量の増大および北海道に來遊するブリが多くなった要因になったと考えられている。

このように0歳～2歳まで越冬海域に応じて季節回遊を行ったブリは、3歳以上になって成熟すると、季節回遊に加えて、主産卵場である東シナ海まで回遊範囲を広げられるようになる。産卵回遊においても季節回遊同様、複数の回遊パターンが存在し、東シナ海～北海道まで大回遊するブリがいる一方、産卵海域付近に留まり、ほとんど回遊しないブリもいる。

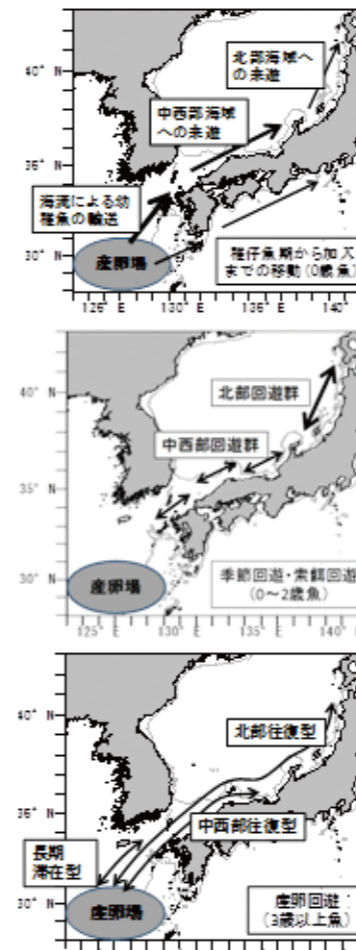


図2 ブリの回遊模式図(年齢・成長段階別に示した)

ブリの漁獲における現状の問題点

ブリは成長が早く、生まれて半年で30cm、1歳で40cm(1kg)、2歳で60cm(3kg)、満3歳で80cm(約9kg)に達する。3歳になると成熟して卵を産むようになることから、3歳以上のブリを漁獲することが資源管理上、産卵量を確保するために望ましいと判断される。また、ブリは大きさによって体成分も大きく変化し、小型のブリで

は水分が多いのに対し、大型のブリは脂質含量が多く、脂がのった状態となる。そのため、大きいブリほど商品価値も高くなり、大型のブリを中心に漁獲することが、経済的にも適した漁獲方法であると判断される。しかし、現在のブリの漁獲実態はそれとは大きくかけ離れている。

ブリの漁獲物を年齢別に見ると、漁獲重量では各年齢がほぼ同じ程度であるものの、漁獲尾数では、その年に生まれた0歳魚が大半を占めており、成熟に達した3歳以上の大型ブリの漁獲尾数は非常に少ないことが分かる。つまり、ブリの資源量は高い水準を維持し、増加傾向にあるものの、漁獲実態は適切とはいえない状況にある。さらに、0歳・1歳魚を保護し、2歳魚以上から漁獲するように漁獲方策を変化させると、現在と同じの漁獲努力量でも漁獲量を2倍に増加させることが可能になるとの試算結果もある。

以上の様に、天然ブリの漁獲実態は資源管理的にも経済的にも不合理な状況になっている。その結果、天然ブリの価格は低迷する状態にあり、近年の消費市場における天然ブリの単価は、高品質の寒ブリが漁獲される12月～2月を除くと、養殖ブリの約半値となっている。また、天然ブリの価格下落に伴い(消費者としてはありがたいものの)、養殖ブリの価格も低下し、養殖業者の経営にも影響を与えることが懸念されている。ただし、安価な小型魚も、地域的・時期的には大型魚とは異なる需要があることから、小型魚の漁獲を厳しく制限する方策ばかりがブリの有効利用にとって必ずしも適切ではないとの議論もある。そのため、適切な時期・サイズによる供給、天然魚と養殖魚のそれぞれの利点・特徴を生かした供給がブリの有効利用のためには重要と思われる。

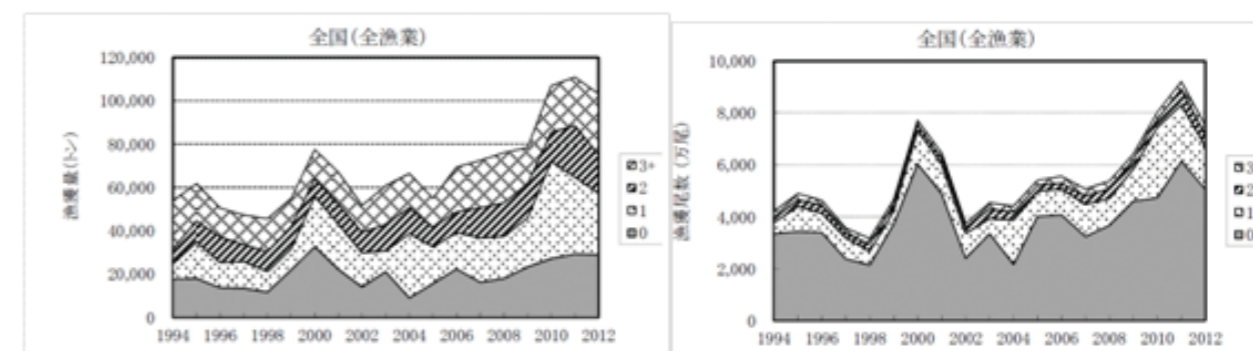


図3 ブリの年齢別漁獲量(左図)および漁獲尾数(右図)

ゲノムサイエンスを利用した ブリの健康維持

増養殖研究所 病害防除部 中易千早



我が国の養殖業において、ぶり類（ブリ・カンパチ・ヒラマサ）は生産量・生産額共に1位の重要な魚種であるが、同時に魚病被害額も1位であり、各種の病気が発生し、大きな問題になっている。防除策として、これまで抗菌物質等の薬剤による治療が中心であったが、近年、消費者の食の安心・安全への関心が高まるとともに、病気を予防し、健康を維持させるためにワクチン開発および実用（市販）化が積極的に行われている。

1. ブリのワクチンの現状と問題点

ブリの5種類の病気（ α 溶血性レンサ球菌症、マダイイリドウイルス病、ビブリオ病、類結節症及びストレプトコッカス・ジスガラクチエ感染症）に対するワクチンがこれまで開発・市販されてきた。これらはいずれも毒性や感染力が強く、年間に数十億円もの被害が生じていたが、ワクチンの投与で、病気が未然に防がれ被害は大幅に軽減された。

その一方、ワクチンが開発されておらず、大きな被害を出し続けている病気も多数存在する。これらの病気に対してワクチンが開発できない理由の一つとして、病原体が培養できない（難培養性病原体）ことが挙げられる。これまでに開発された魚類用ワクチンは、病原体を大量に培養し、ホルマリン等の化学処理によって毒性を失活させたものを有効成分とする不活化ワクチンである（図1）。この方法は作製時に病原体の大量培養が必須であり、難培養性病原体に対するワクチン開発の大きな障害になっている。

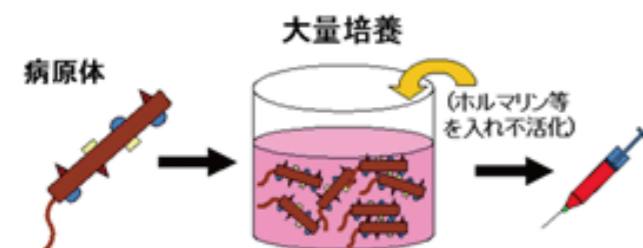


図1. 不活化ワクチンの作製方法
病原体を培地の中で大量に増やした後、ホルマリン等で殺し（不活化）、それをワクチンとして使用する。

病原体を含む微生物群で、人間が培養可能な微生物は全体の0.1～1.0%と言われている。つまり、微生物のうち99%以上が培養できない。そのため、今後も難培養性病原体による被害は増加すると考えられ、培養を必要としない新しいワクチンの開発が急務になっている。

ブリでは、難培養性病原体の引き起こす病気として細菌性溶血性黄疸（以下、黄疸）が挙げられる。この病気は、出荷サイズの大きなブリでも罹病し体表が黄色くなり、死亡率も高い（図2および3）。生き残ったブリも筋肉中にビリルビンも蓄積することで食味が苦くなるため、商品価値がなくなり、被害額は年間4億円にのぼる。ワクチンの開発要望の高い病気の一つであるが、病原菌は難培養性のため、ワクチン開発は進んでいなかった。



図2. 細菌性溶血性黄疸に感染したブリ
丸枠で示した部分が黄色化している。死亡率が高く、生残した魚も、肉の味が苦くなるため、出荷できなくなる。大きく育てた魚も発病するため、被害が大きい。

2. ゲノム情報を利用したワクチン開発

我々研究グループでは、東京海洋大学および大分県農林水産研究センターと共同で黄疸に対するワクチン開発を行うため、医学分野でも研究進捗が顕著なサブユニットワクチン（成分ワクチン）に着目した。これは、病原体のゲノム情報を解読し、そこから得られる遺伝子情報を利用して病原体の成分（感染防御抗原）のみを大腸菌などを用いて人工的に合成し、ワクチンとして利用する方法である（図4）。この感染防御抗原とは、病原体の急所となる部分を構成しているタンパク質で、病原体の表層に存在する場合

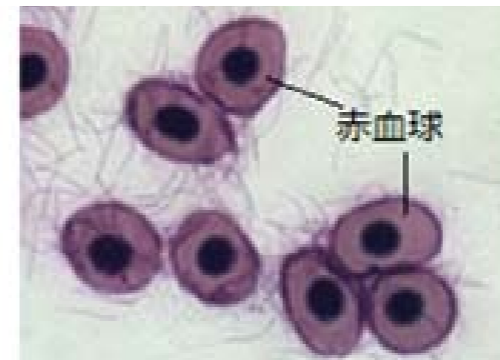


図3. 細菌性溶血性黄疸の病原体
ブリの赤血球の周りに付着している糸状の微生物（細菌）は本疾病の病原体。

が多い。本抗原を宿主側の免疫系（白血球や抗体など）が攻撃することで効率的に病原体を排除することができる。そのため、感染防御抗原を探し出し、それを成分としたサブユニットワクチンを作製することが出来れば、高い効果が期待できる。この方法だと、病原体自体を培養する必要がなくなり、難培養性病原体に対してもワクチン開発が可能になる。



図4. サブユニットワクチンの作製法
病原体のゲノム情報からワクチンの有効成分（感染防御抗原）となる遺伝子を探し出し、その遺伝子情報を元に有効成分のみを合成する。

我々は収集した黄疸の原因菌から、ゲノムを抽出し、次世代シーケンサーで全ゲノム情報を解読したところ、本菌には約1,500個の遺伝子が存在することが明らかになった。これらの遺伝子がコードするタンパク質が本菌のどの部分を構成し、どのような性状・構造を持っているかをコンピューター解析により予測し、ワクチンの候補となるタンパク質（感染防御抗原）を探索して、268種類の遺伝子を選び出した。その遺伝子を大腸菌に組み込んだところ、146種類の組換えタンパク質の合成に成功し、これらを抗原としてサブユニットワクチンを試作した。146種の試作ワクチンをそれぞれブリに接種し、3週間後に黄疸の原因

菌による攻撃試験を行い、有効性を検証した。その結果、ほとんどの試作ワクチンは有効ではなかったが、4種類の試作ワクチンで死亡を有意に抑制することが示された（図5）。特にその一つ（ワクチン4）を接種したブリは全く死亡せず、高い有効性を示した。この4種類のワクチンについては、追試を行ってみたが、有効であることが再確認された。

3. 今後の展望

ブリの黄疸に対して有効性のあるサブユニットワクチンの作製に成功した。魚病細菌に対するサブユニットワクチンが開発された例はこれまでになく、今後ワクチンメーカーと共同し、市販化に向けて取り組む予定である。

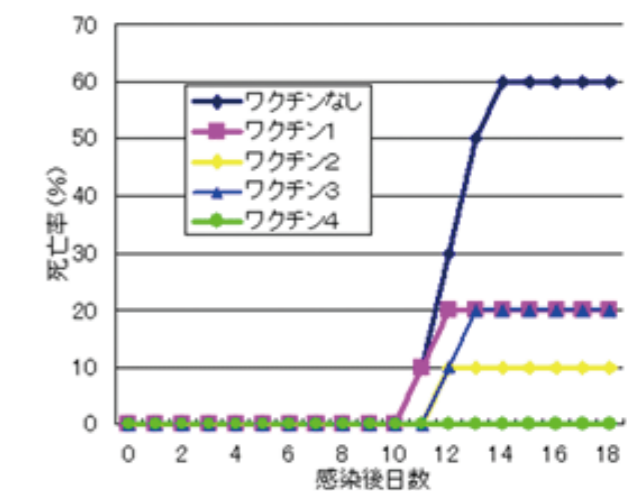


図5. 試作ワクチンの有効性試験
146種類のワクチンをブリに接種し、病原体で攻撃した。4種類のワクチン（ワクチン1～4）が死亡率を低く抑え、有効であることが示された。

病原体を培養する必要がない本ワクチンの作製法は、ほかの難培養性病原体のワクチン開発にも応用が期待される。これまで予防困難であった病気に対してワクチンが開発できれば、計画的かつ効率的な養殖生産が可能になるとともに、抗生物質などの薬剤使用を減らすことで、「日本の養殖魚は安心・安全である」というブランドの構築に大きく寄与できる。今後、ワクチンを用いた魚病対策を充実させることが、益々重要になると思われる。

なお、これらの成果は、農林水産技術会議の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」において、H22-24に実施された「遺伝子情報を利用した難培養性病原体に対するワクチン技術の開発」によるものである。

丈夫で美味しく大きなブリをはぐくむ



増養殖研究所 養殖技術部 荒木和男

ブリは天然種苗を捕獲して年間数千万尾が養殖され出荷されている。現在は毎年十分な量の天然種苗が確保されているが、天然種苗だけに頼っていると何時かは天然種苗が減少してしまうことも考えられる。また、感染症が養殖場に持ち込まれる危険性もある。そのため、ブリ養殖が持続的な産業として生き残るには天然種苗から人工種苗に切り換えてもらうことが重要である。しかし、天然種苗から人工種苗に切り換えてもらうためには、付加価値をつけて競争力のある人工種苗を作る必要がある。この付加価値をつける1つの手段として育種が期待されている。

育種は、体質（表現型）が親から子に遺伝することを利用して経済的に有利な表現型を持つ種苗を作ることであり、そのため、特定の表現型を持つ雌親と雄親を交配する必要がある。また、環境によらない遺伝子で支配される表現型でない育種をすることが出来ない。育種に年月がかかるのは、養殖対象魚種は比較的大型で成熟するまで年月がかかるため（ブリの場合、3年で成熟）、これまでの様に表現型だけを指標に交配を繰り返すだけでは、全ての種苗が目的の表現型を持つ様に育種するのに何十年もの歳月を要する。育種研究とは、この育種に費やす年月を如何に減らして、目的の表現型を持つ種苗を安定的に生産出来るようにするかの研究である。これまでの育種研究では、交雑育種、染色体操作、遺伝子組換え、突然変異、ゲノム育種（遺伝子の情報を利用した育種）などの手法が開発されてきた。実際に育種を行う場合、目的とする魚種と表現型に合わせてどの方法を使って育種するか戦略を立てる必要がある。現在、日本では商業用に遺伝子組換え技術を水産対象種に応用することは許可されていないため、他の手法で育種を行う必要がある。

我々は、天然海には様々な遺伝子型を持つ魚が居る（遺伝的多様性がある）と言うことを前提に、ゲノム情報（遺伝子の情報）を利用して病気に強い魚を短期間で育種出来る様にすることを目標に研究を行っている。究極的には、

天然に目的の表現型を持つ魚を見つけて、その魚がどのような遺伝子を持つか解析し、同じ遺伝子を持つ相手方の魚を見つけて天然魚から直接目指す表現型の種苗を生産する家系を作ることを目標にしている。その為には、魚の遺伝子の多くの情報を得て、より速く大量の魚の遺伝子を解析する必要がある。

水産総合研究センターでブリの育種を開始する際、どのような表現型を育種するか調査を行い、細菌やウイルスの感染症に強いブリ、高成長（高餌料効率のブリ）、ハダムシが付きにくいブリ、赤潮に強いブリなどの要望がだされた。重篤な感染症に関してはワクチンが開発される可能性があり、赤潮の原因になるプランクトンの培養が難しく最終的にブリがどのような原因で死ぬかが分かっていなかった等の理由から、我々は手始めにハダムシの付きにくいブリを育種することを目標に研究を開始した。ハダムシがブリの皮膚に寄生すると、ブリがハダムシを落とそうと網に体をすり付けて傷を作り、その傷口から2次感染が起こって大量に病死したり、ハダムシが付くことによって粘液過多になり成長が悪くなったりする。多くの繊維網の生簀でブリを飼育している養殖場では、夏場の熱い時期に2週間に1度ぐらいの割合でハダムシを落とすための淡水浴が行われる。そのために多くの労力と時間を必要とする。

ブリの育種を開始するに当たり、長崎県五島市福江島の養殖場から天然モジャコ（ブリの稚魚）から養殖された親魚に使うブリを購入し、その中からハダムシが付きにくいブリが選ばれ、解析家系作りが開始された。ハダムシが付きにくいブリがどのような遺伝子を持つかを解析するため、ブリの網羅的な遺伝子の解析を行い、大量の遺伝子の情報（特に蛋白質を作る部分）を集めて、大量のブリの遺伝子を解析する手法を開発した。我々の解析の特徴は集積流路チップ（図1）と言う特殊なチップを使って1度に96遺伝子について96個体の解析を可能にしたことである。その結果、ハダムシが付きにくい親の交配で得たF₁家系の解析で2つの遺伝子座を持つとハダムシが付きにくくな

ることを突き止め、その遺伝子座にある選別に使える塩基配列を指標に親にするブリを選別してF₂の家系を作出し（図2）、天然のブリ（感受性の高いブリ）に較べておおよそ30%ハダムシが付きにくく、また、感染実験に用いるハダムシの数が多いほど抵抗性のブリと感受性のブリの間でハダムシの付く数に差が生じることを証明した（図3）。このF₂家系から種苗を作ることにより、ハダムシ駆除の淡水浴を月3回から2回まで減らせることが期待できる。その後の実験で、ハダムシが付きにくいブリは粘液腺の数が多く、炎症反応の起こりにくいブリであることが分かっている。今後、この解析手法を用いて、更にハダムシが付きにくいブリ、餌料効率が良く特定の時期の成長が速いブリ、ハダムシが付きにくいカンパチなどを作ることを目標に育種して行く予定である。

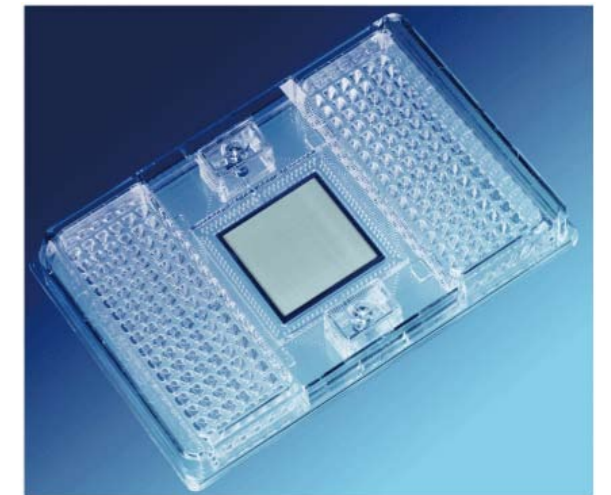


図1. 96個の遺伝子の有無を96個体で解析出来る集積流路チップ

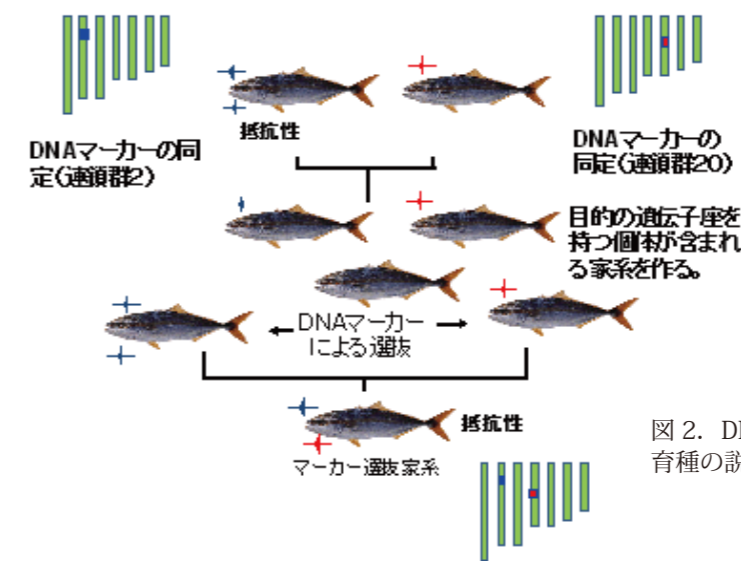


図2. DNA マーカーを使ったブリの育種の説明図

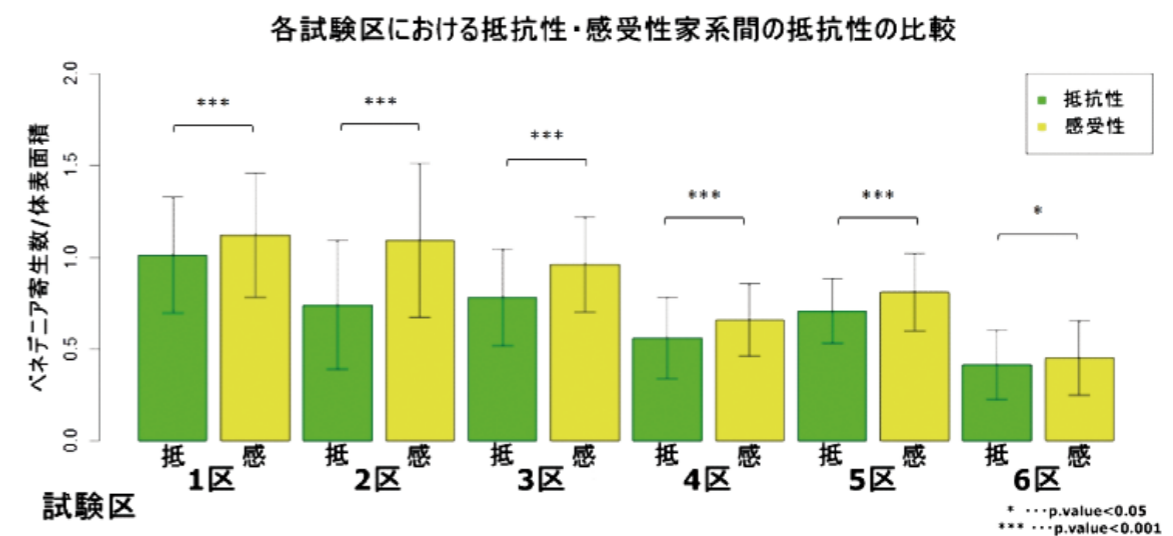


図3. ハダムシ抵抗性ハプロタイプブロックを用いた MAS 育種法で作出された F₂ 家系のハダムシ寄生実験の解析結果

新しいブリの養殖技術

西海区水産研究所 資源生産部 有瀧真人



ブリは我が国の魚類養殖の中で最も生産量が多い代表的な養殖魚種であるが、養殖原魚（種苗）を全て天然の稚魚に依存しているため、養殖生産が天然種苗の豊凶に左右され、かつ種苗の導入時期が一時期に限定されるなどの制約がある。加えて、流通・販売に関しては、他の養殖対象種と同様、魚価の低迷が長期化しており、産業として危機的な状況に陥りつつある。これらのことから、天然のモジャコにはない特性をもった、付加価値の高い人工種苗の開発が求められてきた。

ブリをはじめとした海面養殖の生産現場で恐れられるものは多々あるが、赤潮の来襲はその最たるものである。ここで取り上げるブリ養殖も過去に大きな被害を被っており、中でもシャットネラ（*Chattonella* spp.）が原因の赤潮では1970年代以降その金額が230億円を越える。特に2009年、2010年の両年はブリ養殖の主要産地となっている有明海・八代海で長期間シャットネラが爆発的に増殖し、壊滅的な打撃を与えた（図1）。プランクトンの大増殖が広域に発生する赤潮の被害軽減に関しては様々な手法が考案、実施されて来たが、未だに発生や魚毒性の抑制・低減に至る技術は無く、漁場の移動もしくは来襲前に出荷するしか根本的な対策はない。一方、養殖現場においては天然モジャコの大型魚（トビ）のみを選別し、夏場の赤潮来襲前に出荷する工夫もされてきた。しかし近年、シャットネラ赤潮の発生時期が早期化する傾向にあり、採集時期が限られるモジャコでは対応が不可能となっていた。そこで、採卵時期の操作が可能な人工種苗で早期に種苗を提供することによって、赤潮の被害を軽減することが強く求められた。

水産総合研究センター西海区水産研究所（水研センター）では、長崎県五島市の五島庁舎にて1981年の開設以来放流用ブリの人工種苗生産について技術開発を行っており、2000年からはその成果をもとに養殖用種苗についても生産技術を検討してきた。これまでの研究成果から、有明海・八代海をモデル海域として想定した場合、赤潮が発生する



図1 養殖場におけるシャットネラ赤潮の被害状況（枠内は *Chattonella* sp.）

7月前に出荷サイズの4kgに達するためには、遅くとも前々年の11月に良質な卵を安定的に採卵し、翌年4月に200mmサイズまで育成する技術の確立が不可欠であった（図2）。通常、五島海域でブリは5月に成熟産卵するため、6ヶ月早期に採卵し、養殖原魚まで育成する技術が求められた。そこで、平成23年度に各工程における課題を抽出する目的で鹿児島県東町漁協（東町JF）と連携し、早期採卵および種苗生産と育成を試行した。

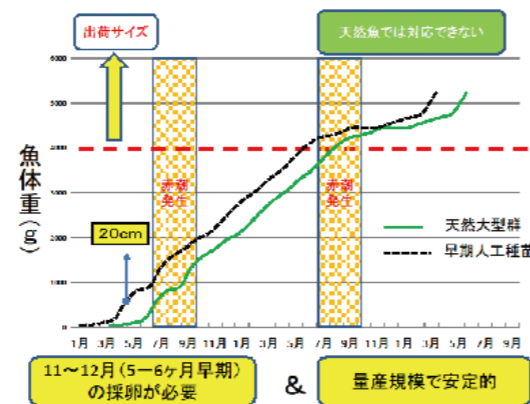


図2 赤潮発生時期と早期種苗の供給サイズ

親魚は60尾を一単位として陸上の90KL水槽へ平成23年7月に収容し、水温と日長を調整することによって冬～春の環境を親魚に与え、成熟へのシグナルを発現させることによって、熟度を進行させた。11月下旬にはカニキュレーションにより卵巣が一定の発達段階に達した親魚を選別し、ホルモン投与によって排卵させた後、人工授精で820万粒の受精卵を得た。飼育にはこのうち200万粒を用い、12月初旬に50KL水槽2面へ約100万尾のふ化仔魚を収容した。取り揚げは約40日後の平成25年1月中旬に実施し、全長50mmサイズの種苗12.7万尾を得ることに成功した。しかし、ブリ人工種苗では頭部等に軽微な形態異常が発現することがあるため、全長130mmまで継続飼育した後に選別を行い、天然魚と同様な正常魚3万尾を3月初旬、育成場である種子島へ輸送した。種子島は年間水温が18℃を下回することは少なく、ブリの種苗を育成するに適した場所である。当地の育成場において東町JFの漁場水温が18℃を上回る5月下旬まで飼育を行い、当初目標のサイズを大きく上回る全長250mmの種苗2.7万尾を養殖場へ輸送した（図3）。同時期のモジャコはトビでも全長150mmサイズであり、養殖現場においてこの種苗は極めて高い評価を受けた。供給された養殖原魚は順調に成長し、平成25年7月には出荷サイズの4kgを越え、市場へ出荷した。



図3 天然トビ（上段）と早期人工種苗（下段）

上記の様に平成23年度～25年度に実施した早期採卵の取り組みは目標を達成したが、以下のような工程毎の課題も提示した。

【採卵】①成熟状況が不安定、②良質卵の得られる期間が短い

【種苗生産】①生残率が低い、②形態異常率が高い、③100mmサイズまでのコストが高い

【育成】①長距離の輸送方法が確立していない、②育成手法が確立していない、③適正な育成開始サイズが検討されていない

現在上記の課題を解決し、早期人工種苗を用いた効率的な養殖技術の開発を目的に水研センター、東町JF、長崎大学が連携して、平成24年度より農林水産技術会議の委託プロジェクト「天然資源に依存しない持続的な養殖生産技術の開発：ブリ類人工稚魚の低コスト・早期供給技術の開発」に取り組んでおり、平成28年までに安定的に良質な早期種苗を実証規模で供給可能とする技術を確認する予定である（図4）。

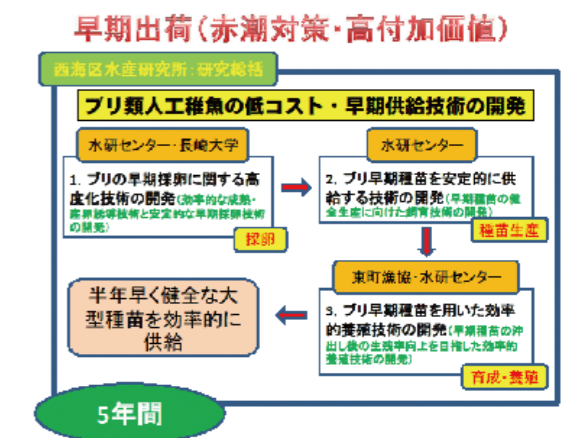


図4 農林水産技術会議 早期ブリプロジェクトの概要

早期種苗を用いたブリ養殖は、通用より数ヶ月以上早く初夏に4kgサイズの魚を出荷することを可能にする。一般的にこの時期は、養殖ブリの端境期で品薄となるため早期ブリは高い付加価値が付く可能性が高い。加えて、夏場にさっぱりとした脂の商品は「夏ブリ」として大きく取り上げられ、養殖原魚の供給時期をコントロールできる人工種苗の利点をクローズアップした。また、この度の取り組みは、養殖現場にこれまでに無い種苗群を入れ込むことにより、漁業現場にもこれを利活用した新たな養殖の取り組み、例えば、育成サイズの小型化による効率性の向上や形態異常選別基準の検討による生産性向上などを検討し始めている。ブリ人工種苗の生産技術にとって今回の取り組みは研究と養殖現場が初めて一体となった実証試験の場となった。今後、耐病性や高成長、赤潮耐性など極めて産業性の高い特性を持った種苗の開発を進めるとともに、開発段階から養殖現場と有機的につながり、効率的でスピード感を持った取り組みを進めていきたいと考えている。

水産総合研究センターの論文誌、広報誌

水産総合研究センターのウェブサイトからご覧いただけます。
<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull-index.html>



水産総合研究センター研究報告
ISSN : 1346-9894



水産技術
監修 公益社団法人日本水産学会
ISSN : 1883-2253



FRANEWS
ISSN : 1349-6816



おさかな瓦版

水産総合研究センター叢書

ご注文は最寄りの書店まで



書名 : マグロのふしぎがわかる本
編著 : 中野秀樹、岡雅一
出版社 : 築地書館
サイズ : 四六判 272頁
発行年 : 2010年7月
価格 : 2,000円+税
ISBNコード : 978-4-8067-1404-0



書名 : うなぎ・謎の生物
編著 : 虫明敬一 [編]
太田博巳、香川浩彦、田中秀樹、塚本勝巳、
廣瀬慶二、虫明敬一 [著]
出版社 : 築地書館
サイズ : 四六判 288頁
発行年 : 2012年6月
価格 : 2,400円+税
ISBNコード : 978-4-8067-1441-5



書名 : 日本漁業の制度分析
編著 : 牧野光琢 [著]
出版社 : 恒星社厚生閣
サイズ : A5判 256頁
発行年 : 2013年7月
価格 : 3,300円+税
ISBNコード : 978-4-7699-1454-9



独立行政法人 水産総合研究センター

〒220-3115 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-3-3 クイーンズタワーB15階

TEL 045-227-2600 URL <http://www.fra.affrc.go.jp/>