北海道の湖に生息するサケ科魚類を対象とした遊漁者における 釣果と満足度との関係

芳山 拓,^{1a} 坪井潤一,² 松石 隆^{3*}

(2021年2月25日受付, 2021年4月14日受理, 2021年8月25日J-STAGE 早期公開)

¹北海道大学大学院水産科学院, ²(国研)水産研究・教育機構水産技術研究所,

³北海道大学大学院水産科学研究院

Species-specific relationship between angler catch and satisfaction among anglers targeting
salmonid fishes in Hokkaido lakes, Japan

TAKU YOSHIYAMA,^{1a} JUN-ICHI TSUBOI² AND TAKASHI MATSUSHI^{3*}

¹Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido 041-8611, ²Fisheries Technology Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, Nikko, Tochigi 321-1661, ³Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido 041-8611, Japan

Recreational angling is a dominant use of inland fish resources. Since recreational angling is a leisure-based activity, the stock manager must meet two objectives: 1) maintain fish stocks, and 2) maximize angler satisfaction with limited catch. To achieve these goals, it is important to evaluate the relationship between angler satisfaction and catch in order to construct a management strategy, because catch is one of the most important connections between fish stock and angler satisfaction. In this study, the relationships of four angling target species which have different biological and social traits were investigated. The results of a questionnaire survey of 639 anglers in total revealed four types of orientation: 1) the catch of endemic target fish strongly enhances angler satisfaction, 2) the existence of endemic fish increases angler satisfaction for all anglers, 3) fish size has a greater influence than number of fish for anglers who target fish that grow larger (i.e. trophy anglers), and 4) anglers desire more fish when the target fish has higher value as a food (i.e. consumption orientation). For the sustainable use of fish stocks for recreational angling, not only the biological traits of stocks but also anglers' orientation toward catch should be considered.

キーワード：イトウ, 釣り人, ニジマス, ヒメマス, 満足度, ミヤベイワナ, 遊漁

日本の内水面における水産資源（内水面資源）は、主に遊漁の資源として利用されている。^{1,2)} 遊漁とは、レジャー・レクリエーションとして水産動植物を採捕する行為であるが、¹⁾ その人数は内水面だけで149.3万人に及ぶ。³⁾ こうした遊漁者は、遊漁に必要な遊漁料を支払うことで費用面において資源増殖に寄与するだけでなく、交通費、宿泊滞在費といった経済活動を伴うことで、^{2,4-6)} 内水面資源の経済的価値を高めている。^{7,8)} さらに、特定の水域にしか生息しない希少魚にあっては、適切な管理の下で遊漁対象となることにより経済的価値を

高め、さらに遊漁者の釣獲情報が資源のモニタリングに寄与することによって、希少魚個体群の保全に寄与することが指摘されている。⁷⁻¹⁰⁾ このように、遊漁は内水面資源の社会的・経済的価値を高める上で重要な原動力となっている。

一方、遊漁はレジャーとはいえ、水産資源を捕獲する行為であることから、商業漁業と同様に資源を枯渇させる恐れがある。^{9,10)} よって、遊漁においても水産資源を持続的に利用するためには、資源の増殖のみならず、遊漁による漁獲圧を的確に制御する必要がある。遊漁の主

目的は、いわば、「魚を釣って気持ちの満足を得ること」にある。よって、遊漁を存続させるためには、水産資源を持続的に利用できる漁獲量の範囲で、遊漁者の満足度を高めることが重要になる。¹¹⁾

遊漁対象種の資源の維持と遊漁者の満足度を両立するうえで、遊漁者の満足度と釣果の関係を定量的に明らかにすることは重要な知見となると考えられる。遊漁者の釣果は、遊漁者の満足度に影響を与える主要な要因であると同時に、¹²⁻¹⁴⁾ 遊漁対象の資源と密接に関係する。そのため、遊漁のための資源管理では、遊漁者と水産資源が互いに影響しあう一体的なシステムとしてとらえる必要がある。¹⁵⁻¹⁷⁾ ここで、遊漁者の釣果とこれに対する満足度の関係性を定量的に明らかにすることによって、遊漁者の満足度と遊漁対象資源という、遊漁を構成する2つの要素を関連づけることができる。例えば、遊漁者の満足度と釣果の関係や、遊漁者の釣果と資源状況の関係を明らかにすることによって、遊漁者にとって満足といえる釣果が期待できる資源状況や、遊漁者が満足を追求したときの資源への影響を推定することができる。遊漁者の満足度と遊漁対象資源を関連付けることにより、遊漁者の満足度という観点も踏まえたうえで、遊漁規則や資源の増殖計画を検討することができると考えられる。

さらに、一括りに「満足といえる釣果」といっても、それは遊漁対象種の特性によって異なることが想定される。遊漁で対象となる魚種は多種多様であり、なかには絶滅が危惧される希少魚も含まれる。こうした遊漁対象種では、最大体長や再生産力といった生活史特性や、食用としての価値といった社会的特性が、種によって異なる。このとき、遊漁者の対象魚種の選択は、その遊漁者にとって満足といえる釣りの要件、つまり遊漁者の志向によって異なり、¹⁸⁾ ひいては遊漁者の満足度と釣果の関係にも反映されると想定される。例えば、比較的多くの釣獲尾数が望める魚種では、遊漁者はより数多くの個体の釣果を期待していると考えられる。一方、大型に育つ魚種を狙う遊漁者は、より大型の個体を釣ることに重点を置いていると考えられる。また、釣った魚を持ち帰って食べるのか、あるいはキャッチアンドリリースにより「魚を釣る」行為そのものを楽しむのかによっても、満足といえる釣果は異なると考えられる。¹⁰⁾ さらに、同じような資源的特性を持つ対象種であっても、その魚種の生息域が特定の水域に限定されるのか、普遍種なのかという違いにより、1尾の釣果に対する満足度が異なる可能性がある。このように、遊漁者の志向の違いは、対象となる魚種の特性の違いにみられると想定される。¹⁸⁾ よって、特性の異なる複数の遊漁対象魚種を狙う遊漁者において、満足度と釣果の関係を推定して比較することは、遊漁者の志向の違いを定量的に明らかにすることに

つながる。また、遊漁における資源管理では、対象種の資源的特性と、遊漁者の志向の双方を加味する必要がある。¹⁷⁾ そのため、遊漁対象種の特性の違いにみられる遊漁者の満足度と釣果の違いを把握することは、遊漁を対象とした包括的な資源維持管理方策を策定する上で重要な知見となりうる。

北海道に生息する人気の遊漁対象種として、ミヤベイワナ *Salvelinus malma miyabei*、ニジマス *Oncorhynchus mykiss*、イトウ *Parahucho perryi*、ヒメマス *Oncorhynchus nerka* がある。¹⁹⁻²¹⁾ これらの魚種は湖沼に生息するサケ科魚類という点は共通するものの、それぞれの魚種で資源的特性や社会的特性が異なり（材料と方法を参照）、それぞれの魚種を狙う遊漁者で志向も異なると想定される。本研究では、実際にこれらの魚種を狙っていた遊漁者に対してアンケート調査とびくのぞき調査を同時に実施することで、遊漁者の釣果（釣獲した魚種、釣獲尾数、大きさ）とその満足度の関係について比較を行った。

材料と方法

調査地の概要 本研究では遊漁対象魚種の特性の異なる水域として、北海道の然別湖、朱鞠内湖および洞爺湖において、遊漁者への対面面接式アンケート調査を行った（Fig. 1）。以下、各調査地における遊漁の概要について記す。

然別湖は十勝総合振興局管内の鹿追町にある湖で、ミヤベイワナ他、サクラマス *O. masou* とニジマスが移入されて生息し、遊漁の対象となっている。ミヤベイワナは、北海道の然別湖とその流入河川にのみ生息する固有種で、流入河川を繁殖場として遡河回遊性の生活史を有する。²²⁾ 環境省が公表するレッドリストにおいて絶滅危惧II類に指定されているほか、然別湖の北部水域と

Fig. 1 Locations of Lake Shikaribetsu, Lake Shumarinai and Lake Toya in Hokkaido Island. Target fish at each lake are shown in Table 1.

流入河川は北海道教育委員会により「オシロコマ生息地」として天然記念物に指定されている。²²⁾ 然別湖の中で上述の天然記念物に指定されていない水域において、鹿追町が遊漁対象種の第2種区画漁業権の免許を受けており、現地での釣り場管理はNPO法人北海道ツーリズム協会（2019年からはNPO法人北海道トラウトフィッシング協会）が鹿追町から委託を受けて、“グレートフィッシング in 然別湖”（以下、GFS）と称して実施している。然別湖では、ミヤバイワナの遊漁資源としての活用と個体群の保全を目的として、もどし（かえし）のないJ字型の針（シングルバープレスフック）の使用と、ミヤバイワナのキャッチアンドリリースが義務付けられている。²⁾ サクラマスとニジマスは1人1日につき合計10尾まで持ち帰ることができるが、ほとんどすべての遊漁者がすべての魚種をキャッチアンドリリースしており、実態はキャッチアンドリリースでの遊漁が基本となっている。然別湖の遊漁解禁期間中、主にミヤバイワナを求めて北海道内外はもとより全国各地から遊漁者が訪れている。²⁾

朱鞠内湖は上川総合振興局管内の幌加内町に所在する湖で、朱鞠内湖淡水漁業協同組合が第5種共同漁業権の免許を受け管理している。朱鞠内湖の遊漁解禁期間は夏季（5月1日～12月10日）と冬季（1月10日～4月10日）に分かれており、夏季はイトウとアメマス *Salvelinus leucomaenis*、サクラマスが遊漁の対象となっている。遊漁対象種のうちのイトウは、現在では北海道のごく限られた水域のみにしか生息しておらず、²³⁾ 環境省が公表するレッドリストにおいて絶滅危惧IB類に指定される希少魚である。朱鞠内湖は在来のイトウ個体群が生息する数少ない水域の一つで、²⁰⁾ 流入河川で繁殖が行われ、湖で生育している。朱鞠内湖ではイトウの利用と保全の両立を目的として、もどし（かえし）のないJ字型の針（シングルバープレスフック）の使用と、イトウのキャッチアンドリリースが2013年から遊漁規則で義務付けられている。朱鞠内湖のイトウを釣るために、全国各地の遊漁者が朱鞠内湖に訪れている。⁶⁾

洞爺湖は胆振総合振興局管内の洞爺湖町と壮瞥町にまたがって所在する湖で、洞爺湖漁業協同組合が第5種共同漁業権の免許を受けている。主にヒメマス、サクラ

マス、ニジマスが遊漁対象種となっている。遊漁対象種のうちヒメマスは、資源の大部分が遊漁者によって釣獲されており、^{21,24)} 遊漁者は釣獲したヒメマスのほぼ全てを、自家消費あるいは販売を目的に持ち帰っている。洞爺湖のヒメマス遊漁は主に船釣りで、漁期は6月1～30日である。洞爺湖では使用できる竿の本数に制限はあるものの、持ち帰ることのできる尾数や大きさに関して制限はない。

遊漁対象種の特性の共通点と相違点 本研究では遊漁対象種の違いに基づく遊漁者の志向の違いを比較検討するため、然別湖におけるミヤバイワナ狙いの遊漁者およびニジマス狙いの遊漁者、朱鞠内湖におけるイトウ狙いの遊漁者、洞爺湖におけるヒメマス狙いの遊漁者を対象に調査を行った。各調査地における各遊漁対象魚種の特性についてTable 1にまとめた。

然別湖におけるミヤバイワナは湖沼性のサケ科魚類で、湖の中で群れをなして広く回遊し、主に動物プランクトンを摂餌している。²⁵⁾ こうした摂餌生態はヒメマスと共通する。²⁶⁾ 遊漁の特徴においても、どちらの魚種も1回の遊漁において10–50尾程度のまとまった釣果があり、^{2,21)} 最も多くみられる釣獲魚のサイズが25–40 cm程度である点も共通している（蘇ら、未発表；芳山、未発表）。一方、ミヤバイワナは然別湖に固有に生息する希少魚であるのに対し、²⁵⁾ 洞爺湖のヒメマスは阿寒湖から移入された個体群であり、²⁷⁾ この点は両魚種の相違点として挙げられる。

然別湖のニジマスと朱鞠内湖におけるイトウは、どちらも1日の釣獲尾数が0–5尾程度である点が共通している。一方、ニジマスは移入種であり北海道内に広く生息しているのに対し、²⁸⁾ イトウは現在では北海道のごく限られた水域にしか生息しない希少魚であり、²³⁾ この点は両魚種で相違する。また、イトウが希少魚である点は、然別湖におけるミヤバイワナと共通する。

調査方法 調査対象とした各湖において、遊漁者を対象とした対面面接式アンケート調査を行った。然別湖では、芳山ら²⁾でのデータを再集計した。朱鞠内湖では夏季の遊漁解禁期間のうち、5–6月と10–11月がイトウ釣りの好適期とされていることから、²⁰⁾ 2016年5月20日～6月1日および10月15日～11月3日に調査を実施

Table 1 Summary of biological and social traits of targeted fish

Study lake	Species	Angling style*	Catch rate (fish/angler-day)	Body size (cm)	Origin	Social demand
Shikaribetsu	Miyabe charr	C&R	10–50	20–30	Endemic	Conservation
	Rainbow trout	C&R	0–5	30–50	Introduced	
Shumarinai	Sakhalin taimen	C&R	0–5	40–100	Endemic	Conservation
Toya	Sockeye salmon	HV	10–50	20–45	Introduced	High economic value

* C&R, catch and release; HV, catch and harvest.

した。然別湖と朱鞠内湖では、1日の遊漁を終えた遊漁者を対象に、1) 釣り方（ルアーフィッシング、フライフィッシング等）、2) 1日の釣りの満足度、およびその要因、3) 1日の釣果（魚種、尾数、全長）、4) 1番の狙いの遊漁対象種、について聞き取りを行った。満足度は0-5（5が最大）の6段階評価で回答を得た。満足度を評価した要因は自由回答とし、聞き取った回答の内容により「釣果」、「釣りの質」、「釣獲した魚種」、「天候」、「景観」、「その他」の項目に分類して回答数を集計した。また、複数の項目にわたる回答はそれぞれの項目の回答数として集計した。集計にあたり、釣獲した尾数や大きさといった数値で定量化できるものは「釣果」、魚が釣れるまでのプロセスや釣りの技術に関する回答は「釣りの質」として集計した。なお、アンケート調査は各調査地の全調査期間において同一の1名の調査員が行い、回答は1人1シーズンにつき1回限りとした。

洞爺湖では船釣りの解禁期間である2014年6月1～30日において調査を実施した。洞爺湖では蘇ら²¹⁾の調査と同様に、遊漁者の釣獲個体について直接計測を行い、魚種と尾叉長、各魚種の釣獲尾数について記録した。計測の後にその結果を知らせた上で、1日の釣りの満足度を0-5（5が最大）の6段階評価で回答を得た。洞爺湖の遊漁者は解禁期間中、湖岸の船揚げ場に自身の船を留め置き、1名の遊漁者につき1隻の船を使用して高頻度で遊漁を行っていたことから、同一の遊漁者に対して日を変えて複数回聞き取りを行い、個人を識別する目的で船体登録番号を記録した。洞爺湖での調査は2名の調査員が従事し、うち1名がびくのぞき調査を行い、もう1名が聞き取りを行った。びくのぞき調査では、遊漁者の承諾を得たうえでクーラーボックスを開け、中に入っている釣獲魚を直接計数した。また、聞き取りを行った調査員は、然別湖および朱鞠内湖でアンケート調査を行った調査員と同一である。

統計解析 遊漁者の満足度と釣果の関係は、一般化線形混合モデルを用いて解析し、各湖（然別湖、朱鞠内湖、洞爺湖）におけるそれぞれの遊漁対象種（ミヤベイワナ、ニジマス、イトウ、ヒメマス）を狙う遊漁者ごとに解析を行った（Table 2）。なお、然別湖においてはミヤベイワナとニジマスの両方を狙っていた遊漁者もみられたが、こうした遊漁者の結果はミヤベイワナ狙いの遊漁者とニジマス狙いの遊漁者の双方のデータに組み込んで解析に供した。

遊漁者の満足度を目的変数、魚種別の釣獲尾数、釣獲した魚種数を説明変数とし、二項分布を仮定した一般化線形混合モデルを構築した。このモデルでは、遊漁者各個人をランダム効果として設定し、遊漁者個人が持つ価値観等の測定が不可能ながら満足度に影響を与えうる要因を考慮した。また、満足度は遊漁者が釣獲した魚の大

Table 2 Explanatory variables of models that analyze the relationship between angler satisfaction and their catch at each study site

Study site	Target species	Explanatory variables*
Shikaribetsu	Miyabe charr Rainbow trout	C_{Miy} , C_{rnb} , C_{sak} , C_{Brb} , Sp
Shumarinai	Sakhalin taimen	C_{i-u50} , C_{i-u70} , C_{i-ov70} , C_{ame} , C_{sak} , Sp
Toya	Sockeye salmon	C_{him} , C_{Bhim} , Sp

* C_{Miy} , catch of Miyabe charr; C_{rnb} , catch of rainbow trout; C_{sak} , catch of masu salmon; C_{Brb} , catch of rainbow trout of 40 cm or larger; C_{i-u50} , catch of Sakhalin taimen of 50 cm or smaller; C_{i-u70} , catch of Sakhalin taimen in the range of over 50-70 cm; C_{i-ov70} , catch of Sakhalin taimen over 70 cm; C_{ame} , catch of white spotted charr; C_{him} , catch of sockeye salmon; C_{Bhim} , catch of sockeye salmon over 40 cm; Sp , number of fish species that angler caught (0-3 fish).

きさも影響すると考えられたため、説明変数のうち魚種別の釣獲尾数については、大きさごとの釣獲尾数を説明変数とした（Table 2）。然別湖ではすべての魚種で全長40 cm以上の個体が大型とされることから（GFSウェブサイト“釣果情報”，2021年1月15日閲覧），然別湖における遊漁者のモデルでは全長40 cm以上と40 cm未満で釣獲尾数を分けた。ただし、アンケート調査結果において40 cm以上のミヤベイワナを釣獲していた遊漁者はごく少数であったため、ミヤベイワナの釣獲尾数は大きさで分けなかった。同様に、洞爺湖の遊漁者のモデルでは、尾叉長40 cmを基準にこれ以上と未満でヒメマスの釣獲尾数に分けた。朱鞠内湖の遊漁者のモデルでは、実際の遊漁者の実情を反映し、イトウの釣獲尾数を全長50 cm以下、50 cm超-70 cm以下、70 cm超の3区分に分けて説明変数とした。アメマスとサクラマスにおいては、40 cmをこえる個体の釣果はごく少数であったため、然別湖のミヤベイワナと同様にこれらの魚種については大きさで釣獲尾数を分けなかった。

モデルを構築した後、情報量規準を用いた変数選択を行った。本研究では魚種ごとにサンプルサイズが異なることから、ベイズ情報量規準 BIC を用いた。^{29,30)} 各説明変数の組み合わせごとに BIC を比較し、BIC が最小となったモデルと、BIC の差が2以内のモデルにおいて選択された説明変数を検討した上で、BIC が最小となったモデルを採択した。³¹⁾ また、採択されたモデルを用い、遊漁者にとって満足といえる基準が0-5の6段階中「4」と仮定し、この満足度に達するときの釣果を遊漁対象種間で比較した。

結 果

然別湖におけるアンケート調査では312人、朱鞠内湖では304人、洞爺湖では23人から有効回答を得た。なお、アンケート調査ではすべての調査地のすべての回答を同一の調査員が聞き取ったため、聞き取り方法に起

Fig. 2 Proportion of anglers by fishing gear used at Lake Shikaribetsu and Lake Shumarinai. Sample size n is the number of anglers at each lake.

Fig. 3 Number of anglers by most targeted species at (a) Lake Shikaribetsu (312 anglers) and (b) Lake Shumarinai (304 anglers). Anglers who targeted multiple species were added to each of all the targeted fish.

因して各調査地での回答にバイアスが生じている可能性は無視できるものと考えられる。

アンケート調査の結果の概要 然別湖と朱鞠内湖の両方で、ルアーフィッシングの遊漁者がフライフィッシングの遊漁者に比べて多かった (Fig. 2)。ただし、然別湖においてニジマスを狙っていた遊漁者では、ルアーフィッシングの遊漁者とフライフィッシングの遊漁者はほぼ同数であった (Fig. 2a)。このほか、ミヤベイワナとニジマスの両方を狙っていた遊漁者が、ルアーフィッシングでは全体の3%、フライフィッシングでは2%いた。また、朱鞠内湖では餌釣りは禁止されていないが、餌釣りの遊漁者はみられなかった。洞爺湖の遊漁者は、全員が疑似餌と餌を併用した仕掛けを船で曳航する「ヒメトロ」と呼ばれるヒメマス狙いに特化した釣獲を行っていた。

然別湖では、ほとんど全ての遊漁者がミヤベイワナあるいはニジマスを1番の狙いの対象魚に挙げていた (Fig. 3a)。そのほか、ミヤベイワナとニジマスの両方を狙いの魚種として挙げた遊漁者も14名いた。朱鞠内湖では、ほとんど全ての遊漁者がイトウを1番の狙いの遊漁対象種に挙げていた (Fig. 3b)。

1日の釣りの満足度は、然別湖ではミヤベイワナ狙いの遊漁者、ニジマス狙いの遊漁者ともに、0-5のうち「4」と回答した遊漁者が最も多かった (Fig. 4a,b)。一方、朱鞠内湖と洞爺湖では「3」と回答した遊漁者が最も多かった (Fig. 4c,d)。また、然別湖と朱鞠内湖において満足度を評価した理由について尋ねた結果、いずれの湖ともに「釣果」を理由として挙げた遊漁者が最も多く、「釣りの質」がそれに次いでいた (Fig. 5)。また、「景観」や「天候」といった、釣りや魚に関わる項目以

Fig. 4 Frequency distribution of anglers by satisfaction level as a result of the questionnaire survey. Sample size n is the number of cumulative anglers of each category. Anglers who targeted multiple species in Lake Shikaribetsu were added to each of all the targeted fish.

Fig. 5 Factors of satisfaction level of anglers evaluated by the free-answer questionnaire survey at Lake Shikaribetsu (312 anglers) and Shumarinai (304 anglers). Data of Lake Shikaribetsu were obtained from Yoshiyama *et al.* (2018).

外の理由を挙げた遊漁者も存在した。

然別湖においてミヤバイワナを狙っていた遊漁者では、ミヤバイワナの釣獲尾数は1人1日あたり0-41尾であった。ミヤバイワナの釣獲日数別の遊漁者数では、1-3尾を釣獲していた遊漁者が最も多く、次いで11尾

以上釣獲していた遊漁者が多かった (Fig. 6a)。然別湖においてニジマスを狙っていた遊漁者では、1人1日当たり0-15尾のニジマスを釣獲しており、釣獲尾数が0尾であった者が最も多く、次いで1-3尾を釣獲していた遊漁者が多かった。なお、この結果は芳山ら²⁾での結

Fig. 6 Frequency distribution of the number of anglers by the number of caught fish in the three lakes.

果と同様のものとなっている。

朱鞠内湖でイトウを狙っていた遊漁者では、1人1日当たり0-5尾のイトウを釣獲しており、釣獲尾数が0尾であった遊漁者が最も多く、次いで1-3尾を釣獲していた遊漁者が多かった (Fig. 6c)。イトウ以外の魚種では、アメマス (0-10 尾/人・日) とサクラマス (0-6 尾/人・日) の釣果報告がみられた。

洞爺湖でヒメマスを狙っていた遊漁者では、1人1日当たり0-66尾のヒメマスを釣獲しており、21-50尾を釣獲している遊漁者が最も多かった (Fig. 6d)。洞爺湖のヒメマス狙いの遊漁者では、ヒメマス以外の魚種の釣獲はみられなかった。

満足度と釣果の関係の推定結果 ミヤバイワナ狙いの遊漁者では、満足度に影響を与える要因としてミヤバイワナの釣獲尾数と魚種数が有効な説明変数として選択された (Table 3a)。ミヤバイワナの釣獲尾数が多くなるほど、魚種数が多くなるほど、満足度は高くなっていた。満足度「4」に到達するときの釣果は、ミヤバイワナ15尾、ミヤバイワナ9尾と他1魚種、あるいはミヤバイワナ5尾とサクラマス、ニジマスの釣果であると推定された (Fig. 7a)。

ニジマス狙いの遊漁者では、全長40 cm以上のニジ

マスの釣獲尾数とミヤバイワナの釣獲尾数が有効な説明変数として選択された (Table 3b)。これらの説明変数は、BICの値の差が2以内の他の多くのモデルに含まれていた。満足度「4」に到達するときの釣果は、40 cm以上のニジマスの釣果であれば2尾、ミヤバイワナの釣果であればミヤバイワナ12尾と推定された (Fig. 7b)。なお、上述の然別湖におけるミヤバイワナ狙いおよびニジマス狙いの遊漁者の結果は、芳山ら²⁾での結果と同様のものとなっている。

イトウ狙いの遊漁者では、イトウの釣獲尾数が有効な説明変数として選択された (Table 3c)。イトウの釣獲尾数が満足度に与える影響はイトウの体サイズによって異なり、体サイズが大きくなるほど満足度への影響は大きくなっていた。満足度「4」に達するときの釣果は、全長50 cm以下のイトウであれば2尾、50 cm超-70 cm以下のイトウおよび70 cm超のイトウの場合では1尾であると推定された (Fig. 7c)。ただし、1尾の釣果の満足度は、50 cm以上-70 cm以下よりも70 cm超のイトウの方が大きかった。

ヒメマス狙いの遊漁者では、ヒメマスの釣果が有効な説明変数として選択されたが、朱鞠内湖と同様に、満足度に与える影響はヒメマスの体サイズによって異なっ

Table 3 Results of model selection analyzing the relationship between angler satisfaction and their catch at each study site

(a) Miyabe charr anglers at Lake Shikaribetsu			
Selected models	df	BIC	Delta
Intercept + C_{Miy} + Sp	6	316.1	—
Intercept + C_{Miy} + C_{rnb} + Sp	7	319.5	3.45
(b) Rainbow trout anglers at Lake Shikaribetsu			
Selected models	df	BIC	Delta
Intercept + C_{Miy} + C_{Brb}	4	142.4	—
Intercept + C_{Miy} + C_{Brb} + C_{rnb}	5	143.6	1.17
Intercept + C_{Miy} + C_{Brb} + C_{skr}	5	143.7	1.26
Intercept + C_{Brb}	3	144.4	1.92
Intercept + C_{Brb} + C_{skr}	4	144.6	2.11
(c) Sakhalin taimen anglers at Lake Shumarinai			
Selected models	df	BIC	Delta
Intercept + C_{i-u50} + C_{i-u70} + C_{i-ov70}	6	488.0	—
Intercept + C_{i-u50} + C_{i-u70} + C_{i-ov70} + C_{ame}	7	492.8	4.82
(d) Sockeye salmon anglers at Lake Toya			
Selected models	df	BIC	Delta
Intercept + C_{him} + C_{Bhim}	4	93.9	—
Intercept + C_{him} + C_{Bhim} + Sp	5	94.1	0.20
Intercept + C_{him}	3	94.4	0.52
Intercept + C_{him} + Sp	4	94.5	0.61
Intercept + C_{Bhim} + Sp	4	97.9	4.05

Abbreviations of explanatory variables in models are shown in the legends in Table 2.

いた (Table 3d)。ヒメマス釣果において、尾叉長 40 cm 以上のものの釣果はそれ未満のものに比べて満足度へより大きな影響を与えていた。満足度「4」に達するときの釣果は、40 cm 未満のヒメマスでは 73 尾、40 cm 以上のヒメマスでは 3 尾であると推定された (Fig. 7d)。

考 察

本研究では、釣果が遊漁者の満足度に与える影響に着目し、遊漁対象種の特性が異なる複数の湖で遊漁者の満足度と釣果の関係を推定した。その結果、遊漁者が対象とする魚種によって、その関係性に違いが認められた。そこで、各湖で得られた結果を比較することで、遊漁者の志向の違いによる満足度と釣果の関係の違いと、その要因について考察する。

然別湖と朱鞠内湖の遊漁者 ミヤベイワナ狙いおよびイトウ狙いの遊漁者では、両者とも釣獲尾数が 0 尾から 1 尾になった際の満足度は大きく上昇していた。さらに、然別湖のニジマス狙いの遊漁者であっても、ミヤ

ベイワナの釣果は遊漁者の満足度に影響を及ぼしていた。その一方で、イトウ狙いの遊漁者にとっては、希少魚ではないアメマスとサクラマスの釣果については満足度に影響を及ぼす効果として検出されなかった。ミヤベイワナとイトウは、どちらも北海道の特定の水域でなければ釣ることができない希少魚であり、こうした希少魚を釣る経験が遊漁者にとって大きな満足を与えていたと考えられた。実際、満足度を評価した理由を尋ねた際、然別湖の遊漁者では「ミヤベイワナを釣ってみたかった」「ミヤベイワナが釣れてよかった」といった意見が狙いの魚種を問わず聞かれたほか、朱鞠内湖においてはイトウの釣果の有無の重要性を示唆する回答がみられ、「まずは 1 尾、ミヤベイワナ/イトウの姿を見たい」という遊漁者の意向が伺える。遊漁対象種が希少魚である場合、魚体の大きさを問わず 1 尾でも釣果を得ることが、遊漁者の満足度において重要であると考えられた。

ミヤベイワナ狙いの遊漁者とイトウ狙いの遊漁者では、2 尾目以降の釣獲尾数が満足度を高める効果に影響して異なっていた。これは、両種の資源特性の違いに起因していると考えられた。ミヤベイワナとイトウは生息密度が大きく異なり、ミヤベイワナはイトウに比べ高密度に生息している。^{32,33)} ミヤベイワナでは、釣獲尾数が多い人では 1 人 1 日 10–50 尾ほどの釣果を得ており、この事はウェブサイトの釣果情報で発信されている (GFS ウェブサイト “釣果情報”, 2021 年 1 月 15 日参照)。こうした背景から、遊漁者はミヤベイワナに対して魚体の大きさよりも釣獲尾数を期待していると考えられた。

一方、朱鞠内湖のイトウ狙いの遊漁者では、体サイズが大きくなるほど満足度を与える影響が大きくなっていた。この結果は、朱鞠内湖の遊漁者にとっては釣獲尾数より体サイズが重要であることを示していると考えられた。朱鞠内湖のイトウは全長で 40–80 cm におよび、²⁰⁾ ときに 1 m を超える個体が釣獲され (芳山, 未発表)、ミヤベイワナ (25–30 cm) と比べて極めて大型である。実際、遊漁者の間で、イトウ釣りの最大の魅力は「大型魚が狙えることである」と論じられている (西井堅二, 釣り保全は両立できる そのために釣り人ができること 2016 年度イトウ保護フォーラム in 朱鞠内湖より, *North anglers* 2017; 20: 92–95)。よって、ミヤベイワナ狙いの遊漁者とイトウ狙いの遊漁者では、同じ希少種であっても対象種の資源特性に起因して、「釣獲尾数重視」あるいは「体サイズ重視」といった満足度の評価基準が異なると考えられた。

然別湖におけるニジマス狙いの遊漁者では、満足度が「4」となる釣獲尾数は 40 cm 以上のニジマス 2 尾であり、朱鞠内湖におけるイトウ狙いの遊漁者と近い値 (1–3 尾) であった。一方、満足度に影響を与えていたニジマスの釣果は 40 cm 以上のものに限られ、この点は体

Fig. 7 Estimated relationship between the number of caught fish and anglers' satisfaction level targeting (a) Miyabe charr in Lake Shikaribetsu, (b) rainbow trout in Lake Shikaribetsu, (c) Sakhalin taimen in Lake Shumarinai and (d) sockeye salmon in Lake Toya, as a result of analyzing data of the questionnaire survey using GLMM. Data of (a) and (b) were obtained from Yoshiyama *et al.* (2018).

サイズを問わず釣果が満足度に影響を与えていた朱鞠内湖のイトウと異なっていた。この結果は、遊漁者の満足度の評価基準が「体サイズ重視」であった一方、魚種の希少性が異なっていたためと考えられた。然別湖におけるニジマスの釣獲尾数は0-3尾程度であるが、40-60 cmほどの大型個体の釣果が期待できることがウェブサイトや雑誌を通じて知られている（GFSウェブサイト、2021年1月15日閲覧）。また、ニジマスは然別湖以外にも北海道内の多くの水域に定着しており、^{27,28)} 遊漁料が不要な他の水域でも釣ることができる。こうした背景から、然別湖においてニジマスを狙う遊漁者は、単にニジマスを釣りたいということではなく、大型のニジマスを釣りたいという意向があったと考えられた。実際、ニ

ジマスを狙っていた遊漁者の満足度を評価した理由について「釣果」として集計した回答には、「釣獲したニジマスの大きさ」と回答した遊漁者も5名みられた。

然別湖と洞爺湖の遊漁者 然別湖のミヤバイワナと洞爺湖のヒメマスは、湖沼で群れをなして回遊しながら摂餌を行うという点で共通した生態的特徴を有している。従って、魚群を発見できればどちらの魚種も比較的多くの釣果が望める。その一方で、然別湖のミヤバイワナを狙う遊漁者と洞爺湖のヒメマスを狙う遊漁者では、満足度「4」に達する釣獲尾数が大きく異なっていた。この理由は、ミヤバイワナとヒメマスで社会的特性が異なり、それぞれの魚種に対する遊漁者のニーズが異なるためであると考えられた。

然別湖のミヤベイワナは、遊漁規則でキャッチアンドリリースが義務付けられており、「釣った魚を食べる」というニーズは満たされない。また、釣り方もルアーフィッシングとフライフィッシングに限定されているが、これらの釣り方は一般に餌釣りに比べて高い技術が求められ、多くの釣果は望みにくいとされている。¹⁰⁾ 一方、ミヤベイワナは然別湖の固有種であり希少性を有する (faula 編集部, [ミヤベイワナと然別湖の物語] 適切な資源管理に学ぶ. faula 2013; 41: 28-39)。こうした特徴から、然別湖でミヤベイワナを狙う遊漁者では、釣りそのものを楽しむことと、固有種ミヤベイワナを釣獲し鑑賞することが主な目的であると考えられる。実際、満足度を評価した理由についての回答で、「釣りの質」として集計したものの中には、「ミヤベイワナが釣れた/釣れなかった」という回答がみられ、その数は聞き取りを行った遊漁者の1割以上であった。

一方、洞爺湖で遊漁者がヒメマスを狙う動機として、食味を楽しむこと、あるいは業者を介して販売することが挙げられる。洞爺湖では持ち帰り尾数の制限がないことから、ヒメマスを狙う遊漁者は釣った魚を持ち帰ることを前提として、より多くのヒメマスを釣ることが重要視されていたと考えられる。その一方で、尾叉長が40 cmを超えるヒメマスの釣果は特に遊漁者の満足度を高めていたことから、釣獲尾数だけでなく、大きさも満足度に影響していたと考えられた。アンケート調査を通じて、釣獲したヒメマスを刺身で食べることを楽しみにしている遊漁者の存在が明らかになったことから、遊漁者は大型のヒメマスに対して食材としてより高い価値を見出していると推察される。

遊漁者の志向・ニーズの違いを考慮した管理方策 本研究の結果から、釣果は遊漁者の満足度に影響を与え、その関係性は遊漁対象種の特性によって異なることが明らかになった。この結果は、遊漁者の志向・ニーズによって満足といえる釣果が異なることを反映していると考えられた。よって、遊漁者の満足度を高める釣り場づくりのためには、遊漁対象種の資源特性や社会的特性を理解するとともに、種ごとに遊漁者の志向・ニーズを考慮したうえで、資源管理方策を決定する必要があるだろう。例えば、洞爺湖のヒメマスのように釣った魚を持ち帰って食べることに価値が見出されている魚種では、放流による積極的な資源増殖が効果的であるだろう。ただし、過度の放流は密度効果により個体の成長を鈍化させて大型魚が育ちにくくなり、結果として釣獲される個体を小型化させることがある。³⁴⁾ 洞爺湖のように大型個体に対するニーズもある場合では、資源尾数のみならず、個体のサイズも併せて考慮して放流量を決定する必要があるだろう。また、大型魚が求められる遊漁資源では、大型個体の保全につながる管理方策が求められるだろ

う。例えば、ノーザンパイク *Esox lucius* はヨーロッパで人気の遊漁対象種であり大型個体が特に好まれているが、大型の個体を増やすためには、持ち帰ることができる個体の体長制限に下限と上限の両方を設けることが効果的であると提唱されている。^{35,36)} このとき、具体的な制限については、遊漁者の数や釣り方、資源の再生産形質によって異なるため、釣り場ごとに検討する必要がある。³⁸⁾ また、然別湖や朱鞠内湖のように、希少魚が遊漁対象種となっている場合、希少魚の存続を保証すると同時に遊漁対象となりうる資源規模を維持することが重要であるといえる。

遊漁対象種や漁場の環境特性によっては、全ての遊漁者のニーズを受け入れられるわけではない。例えば、溪流漁場でのイワナ、ヤマメ資源のように、生息環境が小規模で在来の個体群が遊漁対象である場合、地域固有の遺伝資源の保全という観点から放流魚の移入は望ましくないとされる。^{37,38)} この場合、遊漁者が釣獲した個体をすべて持ち帰ると、資源は遊漁による漁獲圧に耐えられないことが懸念される。¹⁰⁾ このとき、より確実に漁獲圧を低減する目的でキャッチアンドリリースを遊漁規則に盛り込んだ場合、「釣った魚を持ち帰りたい」というニーズは受け入れられないことになる。しかし、遊漁の存立には遊漁対象となる魚類資源の存続が大前提であり、そのためにやむを得ない措置であるかもしれない。多面的な水域を有する釣り場であれば、水域をいくつかの区画に分けて区画ごとに異なる遊漁規則や資源管理方策を定めて多様な遊漁者の志向・ニーズに応えながらも資源の維持や天然個体群の保全を図る「ゾーニング管理」^{10,38)} のような工夫も有効だろう。ただし、持続的な遊漁のためには、遊漁者の満足に応えようとするだけではなく、遊漁者に対して、資源が有限であることを啓発していくことも必要だろう。

まとめ 本研究では、遊漁者の志向、あるいは遊漁対象種の特性によって、遊漁者にとって満足度を高める釣果が大きく異なることが明らかになった。この結果は、単に釣れる魚の数を増やせば遊漁者の満足度を高めるとは限らず、さらに釣果の尺度も釣獲尾数や釣獲魚の大きさのほか、狙いの魚種を釣ること、さらにはこれらの交互作用など、遊漁対象種の特性や遊漁者の志向によって異なることを示唆している。遊漁者にとって満足度の高い釣り場づくりのためには、遊漁対象種の特性を理解し、遊漁者の志向やニーズを把握した上で、客観的根拠をもとに資源管理方策が決定されるべきであろう。

謝 辞

本研究での現地調査を行うにあたり、北海道大学大学院水産科学院の蘇 宇博士、NPO 法人北海道ツーリズム協会、鹿追町商工観光課、朱鞠内湖淡水漁業協同組合

および NPO 法人シュマリナイ湖ワールドセンター職員の皆様には、数多くのサポートをいただいた。ここにお礼を申し上げる。

文 献

- 1) 金田禎之. 新編 漁業権のここが知りたい. 成山堂, 東京. 2010.
- 2) Yoshiyama T, Tsuboi J, Ogushi S, Matsuishi T. An assessment of the sustainability of recreational fishery targeting endemic Miyabe charr *Salvelinus malma miyabei* in Lake Shikaribetsu, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2018; **84**: 119–129 (in Japanese with English abstract).
- 3) Nakamura T. Numbers of anglers for the seas, inland waters, and inland fish species of Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2019; **85**: 398–405 (in Japanese with English abstract).
- 4) Ueshima G, Hoshikawa H, Matsuzawa S, Yamamoto S, Sawamoto T. Present condition and economic ripple effect of recreational smelt fishing in Misuzu Lake estimated by a questionnaire survey of anglers. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2018; **84**: 711–719 (in Japanese with English abstract).
- 5) Suzuki K, Suzuki Y. Recreational value of Ayu fishing at the Okitsu River in Shizuoka Prefecture, evaluated using the travel cost method. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2018; **84**: 1034–1043 (in Japanese with English abstract).
- 6) Yoshiyama T, Tsuboi J, Matsuishi T. Consumption activities and expenditure of anglers targeting endangered fishes in Hokkaido Lakes, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2018; **84**: 858–871 (in Japanese with English abstract).
- 7) Granek EF, Madin EMP, Brown MA, Figueira W, Cameron DS, Hogan Z, Kristianson G, De Villiers P, Williams JE, Post J, Zahn S, Arlinghaus. Engaging recreational fisheries in management and conservation: Global case studies. *Conserv. Biol.* 2008; **22**: 1125–1134.
- 8) Cooke SJ, Hogan ZS, Butcher PA, Stokesbury MJW, Raghavan R, Gallagher AJ, Hammerschlag N, Danylchuk AJ. Angling for endangered fish: conservation problem or conservation action? *Fish Fish.* 2016; **17**: 249–265.
- 9) Post JR, Sullivan M, Cox S, Lester NP, Walters CJ, Parkinson EA, Paul AJ, Jackson L, Shuter BJ. Canada's recreational fisheries: the invisible collapse? *Fisheries* 2002; **27**: 6–17.
- 10) 中村智幸, 飯田 遙. 守る・増やす溪流魚—イワナとヤマメの保全・増殖・釣り場づくり. 農村漁村文化協会, 東京. 2009.
- 11) Arlinghaus R, Cooke SJ, Lyman J, Policansky D, Schwab A, Suski C, Sutton SG, Thorstab EB. Understanding the complexity of catch-and-release in recreational fishing: an integrative synthesis of global knowledge from historical, ethical, social, and biological perspective. *Rev. Fish. Sci.* 2007; **15**: 75–167.
- 12) Beardmore B, Hunt LM, Haider W, Dorow M, Arlinghaus R. Effectively managing angler satisfaction in recreational fisheries requires understanding the fish species and the anglers. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 2014; **72**: 500–513.
- 13) Miko DA, Schramm JR HL, Arey SD, Dennis JA, Mathews NE. Determination of stocking densities for satisfactory put-and-take rainbow trout fisheries. *N. Am. J. Fish. Manag.* 1995; **15**: 823–829.
- 14) 大浜秀規, 加地弘一, 中濱志織. 小菅川キャッチアンドリリース効果調査—Ⅳ～アンケート調査～. 山梨水産技術センター事業報告 2002, 24–30.
- 15) Arlinghaus R, Cooke SJ, Potts W. Towards resilient recreational fisheries on a global scale through improved understanding of fish and fish behaviour. *Fish. Manag. Ecol.* 2013; **20**: 91–98.
- 16) Arlinghaus R, Alos J, Beardmore B, Daedlow K, Dorow M, Fujitani M, Huhn D, Haider W, Hunt LM, Johnston BM, Johnston F, Klefworth T, Matsumura S, Monk C, Pagel T, Post JR, Rapp T, Riepe C, Ward H, Wolter C. Understanding and managing freshwater recreational fisheries as complex adaptive social-ecological systems. *Rev. Fish. Sci. Aquacul.* 2017; **25**: 1–41.
- 17) Johnston FD, Arlinghaus R, Dieckmann U. Fish life history, angler behaviour and optimal management of recreational fisheries. *Fish Fish.* 2013; **14**: 554–579.
- 18) Arlinghaus R, Beardmore B, Riepe C, Meyerhoff J, Pagel T. Species-specific preference of German recreational anglers for freshwater fishing experience, with emphasis on the intrinsic utilities of fish stocking and wild fishes. *J. Fish. Biol.* 2014; **85**: 1843–1867.
- 19) 青山智哉, 鷹見達也. 北海道の内水面遊漁を考える 2—釣具店店頭でのアンケート調査から—. 魚と水 1997; **34**: 143–150.
- 20) 下田和孝, 坂本博幸, 川村洋司, 中野信之. 朱鞠内湖イトウ釣りアンケート結果報告—平成 22～24 年度の集計結果—. 魚と水 2013; **49-4**: 10–13.
- 21) Su Y, Sweke EA, Denboh T, Ueda H, Matsuishi T. Stock assessment of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* by using adaptive framework virtual population analysis. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2015; **81**: 418–428 (in Japanese with English abstract).
- 22) 前川光司. ミヤバイワナ. 「日本の淡水魚」(川那部浩哉, 水野信彦編) 山と溪谷社, 東京. 1989; 104–107.
- 23) Fukushima M, Shimazaki H, Rand PS, Kaeriyama M. Reconstructing Sakhalin taimen *Parahucho perryi* historical distribution and identifying causes for local extinctions. *Trans. Am. Fish. Soc.* 2011; **140**: 1–13.
- 24) Matsuishi T, Narita A, Ueda H. Population assessment of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* caught by recreational angling and commercial fishery in Lake Toya, Japan. *Fish. Sci.* 2002; **68**: 1205–1211.
- 25) 久保達郎. 北海道然別湖のオシロコマ *Salvelinus malma* に関する生態学的並びに生理学的研究. 北海道立さけ・ます孵化場研究報告 1967; **21**: 11–34.
- 26) 小山達也. ベニザケ (ヒメマス). 「新 北のさかなたち」(上田吉幸, 前田圭司, 嶋田 宏, 鷹見達也編) 北海道新聞社, 札幌. 2003; 138–141.
- 27) 坂野博之, 埴山雅秀, 上田 宏, 桜井泰憲, 島崎健二. 洞爺湖におけるヒメマス *Oncorhynchus nerka* の年齢と成長. 北海道さけます孵化場研究報告 1996; **50**: 125–138.
- 28) Shimoda K. Alien fish problems in Hokkaido (introduced salmonidae fishes). *Nippon Suisan Gakkaishi* 2012; **78**: 754–757. (in Japanese with English abstract).
- 29) Schwarz G. Estimating the dimension of a model. *Ann. Statist.* 1978; **6**: 461–464.
- 30) Maunder M, Punt A. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. *Fish. Res.* 2004; **70**: 141–159.
- 31) Burnham KP, Anderson DR. Model selection and multimodel inference, 2nd ed. Springer, New York. 2002.
- 32) 福島路生. さけます情報 サケ科魚類のプロファイル 13 イトウ. Salmon 情報 2015; **9**: 35–38.
- 33) Yoshiyama T, Tsuboi J, Matsuishi T. Recreational fish-

- eries as a conservation tool for endemic Dolly Varden *Salvelinus malma miyabei* in Lake Shikaribetsu, Japan. *Fish. Sci.* 2017; **83**: 171–180.
- 34) Hunt TL, Giri K, Brown P, Ingram BA, Jones PL, Laurenson LJB, Wallis AM. Consequences of fish stocking density in a recreational fishery. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 2014; **71**: 1554–1560.
- 35) Arlinghaus R, Matsumura S, Dieckmann U. The conservation and fishery benefits of protecting large Pike *Esox Lucius* by harvesting regulation in recreational fishing. *Biol. Conserv.* 2010; **143**: 1444–1459.
- 36) Ahrens RNM, Allen MS, Walters C, Arlinghaus R. Saving large fish through harvest slots outperforms the classical minimum-length limit when the aim is to achieve multiple harvest and catch-related fisheries objectives. *Fish Fish.* 2020; **21**: 483–510.
- 37) Tsuboi J, Iwata T, Morita K, Endou S, Ohama H, Kaji K. Strategies for the conservation and management of isolated salmonid populations: lessons from Japanese streams. *Freshw. Biol.* 2013; **58**: 908–917.
- 38) 中村智幸, 岸 大弼, 徳原哲也, 久保田仁志, 亀甲武志, 坪井潤一. 在来溪流魚 (イワナ類, サクラマス類): 利用, 増殖, 保全の現状と課題. 魚類学雑誌 2012; **59**: 163–167.