

第204号（2024年7月16日発行）



愛研技術通信

暑中お見舞い申し上げます

いつも格別のお引き立てをいただき、誠にありがとうございます。
今後とも、倍旧のご愛顧を賜りますよう、謹んでお願い申し上げます。

これから夏本番を迎えます。

みなさまには、くれぐれも御自愛ください。



代表取締役 角 信彦
社員一同

掲 示 板

法令・告示・通知・最新記事・その他

- 「有機フッ素化合物（PFAS）」の評価に関する情報
～ 評価書を公開しました ～

2024年6月25日 内閣府食品安全委員会報道発表資料抜粋

食品安全委員会は、「有機フッ素化合物（PFAS）」の健康影響について、令和6年6月25日に開催した第944回食品安全委員会において評価書を取りまとめました。それを受けて「評価書」、「Q&A（更新版）」、「パブリックコメント募集結果」、「評価書の概要」、「評価及びパブリックコメントの要点等」をホームページに掲載しました。

【 リスク評価（食品健康影響評価）とは 】

私たちが口にする食べ物や飲み物には、栄養などの有用成分とともに、ごく微量ながら健康に悪影響を及ぼす要因が含まれていることがあります。「リスク評価」とは、リスク（食品を食べることによって有害な要因が健康に及ぼす悪影響の発生確率と程度）を科学的知見に基づいて客観的かつ中立公正に評価することです。評価は、化学物質や微生物等の要因ごとに行われ、「評価書」として公表されます。

リスク評価の結果に基づき、食品の安全性の確保のために講ずべき施策について、内閣総理大臣を通じて関係各大臣に勧告が行われ、新たな基準の設定や基準値の見直しなどに反映されます。

【 評価書の概要 】

(1) 健康影響

PFOS、PFOA及びPFHxSの三物質を対象として、海外の評価機関等による評価書を参考に、以下に掲げる、エンドポイント（有害影響を評価するための指標となる生物学的事象）毎に整理検討が行われました。

表. エンドポイントごとの検討結果

肝臓	増加の程度が軽微であること、のちに疾患に結びつくか否かが不明であり臨床的な意義が不明であること等から、影響を及ぼす可能性は否定できないものの証拠は不十分であり、指標値を算出することは困難
脂質代謝	
甲状腺機能と甲状腺ホルモン	知見が少なく、また、結果に一貫性がないため、影響があるとまでは言えないと判断
生殖・発生	・疫学研究：出生時体重低下との関連は否定できないものの知見は限られており、出生後の成長に及ぼす影響については不明であり、指標値を算出するには情報が不十分 ・動物試験：出生児への影響について複数の報告が同様の結果を示し、証拠の確かさは強い ただし、動物試験の結果は 高用量でみられた影響であり、疫学研究でみられた出生時体重の低下とは分けて考えることが適当
免疫	ワクチン接種後の抗体応答の低下について、可能性は否定できないものの、これまで報告された知見の 証拠の質や十分さに課題 があり、指標値を算出することは困難
神経	評価を行うには知見が不十分
遺伝毒性	PFOS、PFOA及びPFHxSは、直接的な遺伝毒性は有しないと判断
発がん	・PFOAと腎臓がん、精巣がん、乳がんとの関連については、関連がみられたとする報告はあるものの、ほかに関連がなかったとする報告もあり、結果に一貫性がなく、証拠は限定的 ・PFOSと肝臓がん、乳がん、PFHxS と腎臓がん、乳がんとの関連については、証拠は不十分

(2) 指標値

動物試験の結果から耐容一日摂取量（TDI）が算出されました。

PFOS：20ng/kg体重/日（ 2×10^{-5} mg/kg体重/日）

PFOA：20ng/kg体重/日（ 2×10^{-5} mg/kg体重/日）

PFHxS：評価を行う十分な知見は得られていないことから、現時点では指標算出は困難

(3) ばく露量の評価

2012～14年に農林水産省が実施した調査によれば、通常の一般的な食生活において推定されるヒト1日あたりのPFOSの平均的な摂取量は、0.60ng/kg体重と1.1ng/kg体重の間にあること、PFOAの平均的な摂取量は、0.066ng/kg体重と0.75ng/kg体重の間にあるとされました。

この推定値は、今回の食品健康影響評価において現時点のデータおよび科学的知見に基づいて設定したTDIと比較すると低い状況にあるものと推定されました。

(国内における各種食品中のPFAS濃度やその濃度分布に関するデータ、摂取量の推定に関する情報は不足しているため、この推計値にはかなりの不確実性があることに留意が必要)

(4) まとめと今後への課題

- ・PFASの健康影響に関する知見、ヒトのPFASばく露量・摂取量に関する知見ともに不足しており、それらの確からしさに課題
- ・関係機関において、今回設定したTDIを踏まえた対応が速やかにとられることが重要
- ・飲料水、食品等におけるデータの収集を早急に進め、調査結果等をもとに、高い濃度が検出されたものに対する対応を進めることが必要

詳細は内閣府食品安全委員会のホームページをご覧ください。

https://www.fsc.go.jp/osirase/pfas_health_assessment.html

○ 市民参加型調査の結果を活用し「セミの初鳴き日」に影響する要因に迫る

2024年6月24日名城大学報道発表資料抜粋

国立研究開発法人 国立環境研究所と名城大学は、気象庁によって観測された過去のデータと、市民・学校・民間企業等の有志による「生物季節モニタリング」で取得した新しいデータの両方を活用し、「アブラゼミの初鳴き日」に影響する要因を解析しました。

【 市民参加による生物季節モニタリング 】

植物の開花日や虫の初鳴き日などの生物の季節的な反応（生物季節現象＝フェノロジー）は、農業や文化を支える重要な要素です。日本では、気象庁により1953年に全国102地点・105種目のフェノロジーの観測が開始されました。この観測は、途中で何度か地点や種目が縮小されたものの、2020年までは全国59の気象台・測候所において65種目の観測が継続されてきました。しかし、2021年からは植物種6種目9現象を残して、その他は廃止することとなりました。これを受け、国立環境研究所気候変動適応センター（以下「NIES CCA」という。）は2021年度に、気象庁と環境省との連携のもと、市民参加による生物季節モニタリングを開始しました。

NIES CCCA による生物季節モニタリングでは、一般市民を対象に調査員を募集しています。調査員は自分の調査場所と調査種目を決め、フェノロジーの記録をします。記録はNIES CCCA に寄せられ、集約・解析されています。調査には動植物に関心のある一般市民、企業の有志団体、学校の部活動、地域の研究機関、公園管理者など様々な個人・団体が参加しています。2024年1月時点で参加者は500名を超え、すべての都道府県に2名以上の調査員がいる状態が実現しました。

【 研究方法と結果 】

市民参加による生物季節モニタリングのデータは、過去の気象庁による記録と合わせることで長期的な変化の解析が可能になります。筆者らは調査記録が特に充実している種目として「アブラゼミの初鳴き日」に着目し、初鳴きの早さに影響する環境要因を分析しました。解析には、1971年から2020年に気象庁によって取得された全国47の観測地点での記録と、2021年以降に112名の市民調査員によって取得された115箇所160件の記録を活用しました。

アブラゼミの初鳴き日から何日前・何日間の、どの気象要因が最もアブラゼミの初鳴き日の予測に効果を持つかについて、各調査地点に近い気象台で記録された日平均気温、日平均湿度、日平均風速、全天日射量、日降水量を使用し、1369通りの統計モデルを比較して、最も当てはまるモデルに使用されている期間の気象要因を探索的に分析しました。その結果、日射量、湿度、降雨、風速の効果は小さかったのに対し、気温の効果は顕著に大きいことがわかりました（図1）。特に、初鳴き日は322日前から221日前の気温と強い負の相関を持つことが明らかとなりました（図2）。すなわち、前の年の盛夏から初冬の気温が高いと、アブラゼミの初鳴き日が早まる傾向があることが示されました。

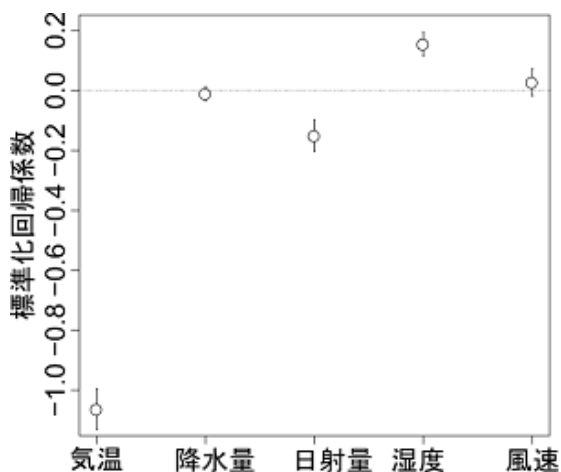


図1. 各気象変数から推定された標準化回帰係数の平均値。

0から離れた値であるほど効果が大きいことを意味する。エラーバーは95%信頼区間を表す。

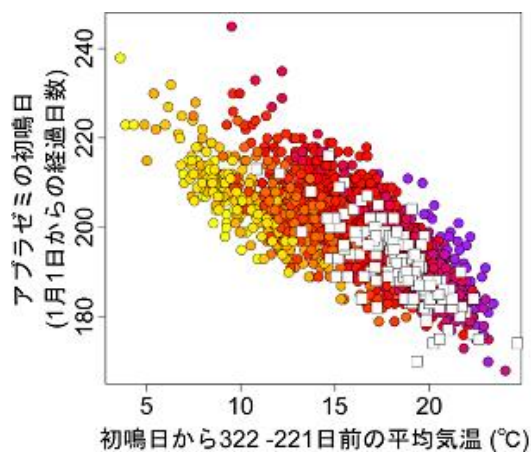


図2. モデル選択法でベストモデルに選ばれた気温変動と初鳴き日との関係。

○は2020年以前に観測されたデータで、色の違いは観測場所の違いを示し、□は2021年以降に市民調査員が調べた結果を示す。

長期的なデータを見ると、盛夏から初冬の気温のデータは上昇傾向、アブラゼミの初鳴き日は早まる傾向にあります。これらの関係性から、時系列トレンドを持ったデータ同士の関係性を評価する

統計手法である「状態空間モデル」を作成して分析したところ、アブラゼミの初鳴き日の早期化は、気温の経年的な上昇（温暖化）の影響であるという仮説が支持されました（図3）。

この結果は、謎が多いセミの活動の季節性の理解に向けた一歩となるものです。

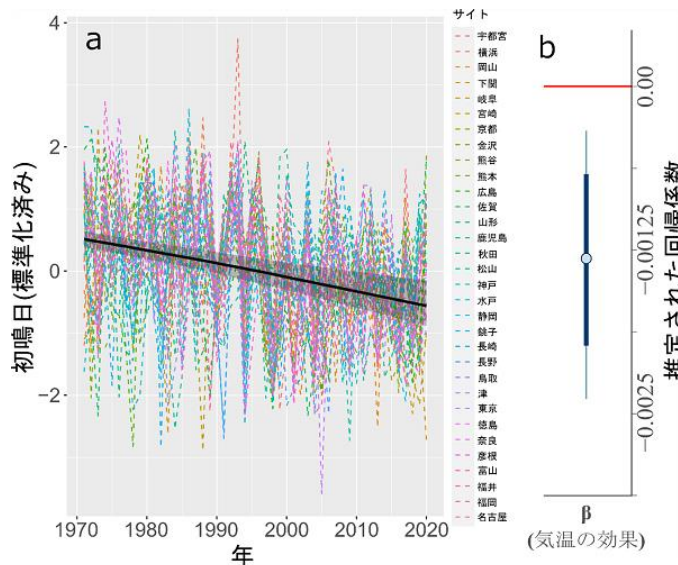


図3. 状態空間モデルによる予測結果。

- (a) 状態空間モデルで予測された初鳴日の経年変化。折れ線は各気象台で記録されたアブラゼミの初鳴日の実測データを表し、黒太線は状態空間モデルで予測された初鳴日の予測値を、灰帯はモデルで予測された95%信用区間を表している。
- (b) 推定されたパラメーターの回帰係数の95%信用区間。太・細エラーバーは、それぞれ推定された回帰係数の75パーセンタイル値と95パーセンタイル値を表す。気温の効果が統計的に顕著な負の効果を持っていたことから、気温の上昇が初鳴日を早めていることを意味する。

○ “超” 侵略的?! 新たな外来魚コウライオヤニラミ

～ 環境DNA調査で明らかとなった深刻な分布拡大と魚類相への影響 ～

2024年6月21日 京都大学報道発表資料抜粋

京都大学、北九州市立いのちのたび博物館、タカラバイオ(株)らの研究グループは、環境水に含まれる魚類由来のDNA（環境DNA）を定量的に分析し、コウライオヤニラミが侵入から数年のうちに水系全体に分布を広げ、かつ他の魚類に深刻な負の影響を与えている可能性を示しました。

【 背景 】

近年の世界的な交通網の発達やインターネット取引の普及は、私たちの生活を便利で豊かなものにしていきます。しかしその一方、多くの生き物が手軽に売買されることで、ペット等として国や地域を跨いだ移動による、外来種としての侵入リスクも増加し続けています。一部の人の手により野

外に放された外来生物（同種の別地域の個体群も含む）のうち、捕食や競合、交雑などによって侵入先の生態系や農林漁業、人間の健康や生活を脅かす恐れのあるものを特に「侵略的外来種」と言います。魚類ではオオクチバスやコクチバス、ブルーギル、チャネルキャットフィッシュ（いわゆるアメリカナマズ）などが有名で、日本各地で生態系や漁業などへ深刻な被害をもたらしています。

2017年に宮崎県を流れる大淀川水系の一支流で、本来は朝鮮半島にのみ分布するはずの肉食性魚類コウライオヤニラミ（*Coreoperca herzi*）が捕獲されました。本種は日本に生息する近縁種と比較して大型（最大全長30cm）、かつ強い肉食性を示すことから、侵入先で侵略的外来種として振舞う危険性が非常に高いと考えられました。発見当時は大淀川本流にも侵入している可能性は否定できないものの、実際に個体が確認されたのは支流の一部区間に限られていました。しかし、2021年に実施された調査により、本・支流での明らかな分布拡大と個体数の増加が確認され、おもに底生魚を中心とした在来種の減少が示唆されたほか、釣り人から別の支流での釣獲情報が寄せられるなど、着実に事態が深刻化していることが明らかとなりました。しかし、本種が自力で移動分散できると考えられる範囲全体を対象とした大規模な分布調査や生態系への詳細な影響評価はこれまで実施されておらず、侵入・拡散の程度とその影響の大きさは明らかではありませんでした。

そこで、本研究では大淀川第一ダムより上流域全体を対象として、環境DNA定量メタバーコーディング法を用いた魚類の網羅的な定量的分布調査を実施し、コウライオヤニラミの詳細な分布状況の把握と魚類群集への影響の推定を目的に調査を行いました。

【 研究手法・成果 】

環境DNAとは、生物が水中などの生息環境中に糞や粘液の状態で放出したDNAを含む物質全般を指し、近年、生物種の生息の有無、さらには生物相全体や生物量、遺伝的多様性などを迅速に調べる新しい手法として大きく発展を続けています。本研究では、環境DNAを採水などによって回収し、「どのような種のDNAが存在するか」を調べるメタバーコーディング法に、内部標準DNAを用いた定量手法を組み合わせた新手法である定量メタバーコーディング法を利用することで「どの種のDNAがどれだけあるか」を推定し、解析を行いました。

図2に大まかな調査の流れを示します。2023年5月に大淀川水系の大淀川第一ダムより上流部の55地点にて、表層水を各1L採水し、フィルターでろ過を行いました。後日、各フィルターの表面に捕捉されていた環境DNAを抽出し、得られた魚類の環境DNAと、人工的に合成して添加した3種類の内部標準DNAを魚類ユニバーサルプライマー（MiFish-U; Miya et al., 2015）を用いたPCRで同時に増幅しました。増幅されたDNAの配列を超並列シーケンサー（illumina NovaSeq 6000）を用いて決定し、各環境DNA試料中にどんな種のDNAがどれだけ含まれていたかを調べました。各試料中の環境DNA濃度は調査地点における各種の相対的な生物量を反映しており、環境DNA濃度が高い種ほどたくさん生息していることを示唆します。

コウライオヤニラミ

Coreoperca herzi

原産：朝鮮半島

全長：最大30cm

食性：強い肉食性



図. コウライオヤニラミ



図2. 環境DNA定量メタバーコーディング法による定量的な魚類相調査の流れ

解析の結果、計29種（分類群）の魚類のDNAが検出され、特にコウライオヤニラミのDNAは大淀川本流とほぼすべての支流を含む39/55地点（71%）で確認されました。既知の生息地点が2つの支流の一部区間のみであったことを考慮すると、本種は侵入から数年のうちに、人知れず、かつ着実に分布を広げており、現在は大淀川ダム上流部全域に拡散し、蔓延状態となっていることが明らかとなりました（図3）。

さらに、コウライオヤニラミおよび検出された他の魚類の環境DNA濃度を用いて群集解析を行ったところ、コウライオヤニラミの侵入が侵入地点の魚類群集の構造を変化させ、生態系に大きなダメージを与えていることが示唆されました。また、カマツカ (*Pseudogobio esocinus*) やヨシノボリ属 (*Rhinogobius* sp.)、カワムツ (*Nipponocypris temminckii*) など9種の環境DNA濃度は、コウライオヤニラミの環境DNA濃度に依存して低下することが示されました（図4）。この結果は、コウライオヤニラミが多く生息する場所ほど、これらの種が減少していることを強く示唆しています。後日実施した胃内容解析でも、カマツカやオイカワなどを含む数種の魚類や水生昆虫、エビ類がコウライオヤニラミに捕食されていることが実証されました。これまで、動きの比較的鈍い底生の種が主に捕食の影響を受ける危険性が高いと考えられていましたが、本研究の結果は底生種だけでなく、遊泳力の高い種までもが容易に捕食されてしまう可能性を示しています。これは、最大で全長30cmにまで成長するコウライオヤニラミがひとたび日本の河川に侵入・定着すれば、本種がほとんどの日本在来魚類を捕食する可能性があることを示唆しており、日本の河川生態系にとって非常に大きな脅威となることは疑いようがありません。

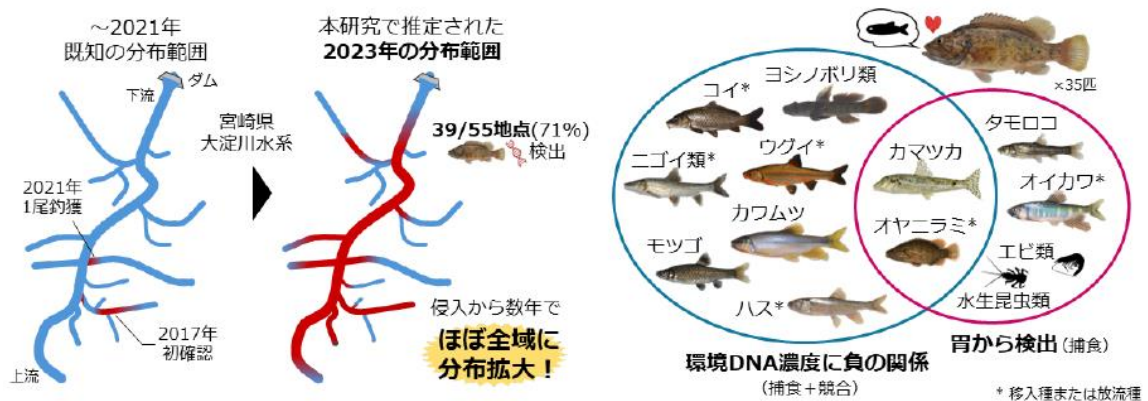


図3. 推定されたコウライオヤニラミの分布範囲の拡大状況

図4. コウライオヤニラミにより負の影響が示唆された種

一方、底生魚の数種については、本研究では検出地点が限られていることや、単年度のみ調査であることから、コウライオヤニラミによる負の影響を統計的に明らかとすることができませんでした。その中でも特に、本研究の調査区域内にのみ生息することが知られているオオヨドシマドジョウ (*Cobitis sakahoko*) については、今後特段の注意を払う必要があります(図5)。本種は大淀川の固有種で、絶滅危惧 I B類に指定されている希少種



図5. オオヨドシマドジョウ

です。この種はコウライオヤニラミの侵入以前より水系内の限られた区間でのみ生息が確認されており、最初にコウライオヤニラミが発見された支流は数少ない多産地のひとつでした。捕獲調査に基づく先行研究では、本支流におけるコウライオヤニラミの増加に伴うオオヨドシマドジョウの個体数の大幅な減少が報告されているほか、本研究で検出された環境DNAも非常に低濃度であったことから、貴重な生息地のひとつがコウライオヤニラミの侵入によって壊滅状態にまで追い込まれていることは明らかです。また、水系全体ではオオヨドシマドジョウの環境DNAは6/55地点から検出されましたが、すべての地点においてDNA濃度は非常に低く、かつ同時にコウライオヤニラミも検出されてしまいました。これらの結果は、すでにオオヨドシマドジョウの生息地の多くがコウライオヤニラミの脅威に晒されており、本種に絶滅の危機が迫っていることを示唆しています。

【 波及効果、今後の予定 】

本研究により、日本の淡水生態系に対するコウライオヤニラミの非常に高い侵略性が浮き彫りとなりました。調査地である大淀川ではすでに蔓延状態となっており、今後すべての個体を駆除し、コウライオヤニラミ侵入前の生態系を完全に取り戻すことはほぼ不可能と言えます。コウライオヤニラミについては、現在、法律による飼育や売買に関する規制の整備が追い付いていません。そのため、日本全国、いつどこかの河川に人の手によって新たに放流され、その場の生物多様性が未来永劫失われてしまっても不思議ではない、非常に危険な状況にあります。広く社会でコウライオヤニラミを含む外来種の問題に関心を向け、まず持ち込まない・持ち込ませないという生物多様性保全の意識を共有し、万が一持ち込まれてしまった場合は広がらないよう徹底した管理と低密度化への努力を継続することが大切です。本研究が少しでも多くの方にコウライオヤニラミとその影響の大きさを知り、考えていただくきっかけになるとともに、移動・拡散の法的な規制や防除活動などの後押しになることを願います。

また、本研究は環境DNA定量メタバーコーディング法を外来種の侵入状況および影響の評価に初めて適用し、その高い有用性を示した研究でもあります。魚類相を定量的に評価するには通常大きな労力や時間がかかるほか、調査者の安全面や環境条件などの制約を受けます。しかし、環境DNA調査では水などの環境試料を収集するだけで済むほか、定量メタバーコーディングに必要な内部標準DNAも一度調整すれば以降の解析にも繰り返し利用が可能であるため、分析の手間やコストが大きく増えることもありません。実際、本研究で実施した55地点での採水調査は作業に慣れた調査者2名により一日で実施されたほか、その後の分子実験を入れても、定量的な魚類相データを得るまで

に実働約 3.5 日で調査が完了しています（配列決定の時間を除く）。コウライオヤニラミのように侵略性の高い外来種を対象とした場合、被害が拡大する前の迅速かつ広範囲、高頻度での調査が強く求められるため、環境 DNA 定量メタバーコーディングはうってつけの手法であると期待されます。

本研究は単年度のみ調査結果に基づいており、各魚類への影響を一部過小評価している可能性があります。そのため、今後も継続的にモニタリングを行い、コウライオヤニラミが河川生態系に与える影響をより詳細に明らかにしていく必要があります。

編集後記

6 月 25 日に国内で 35 か所目の国立公園となる「日高山脈襟裳十勝国立公園」が指定されました。この地域は、もともと「日高山脈襟裳国定公園」に指定されていましたが、周辺地域を加えて国内最大面積の国立公園として生まれ変わりました。日高山脈の主稜線一帯やアポイ岳付近などが、特別保護地区に指定され国の厳格な管理が行われます。日高山脈が次第に標高を下げ、そのまま太平洋に沈んでいく襟裳岬は、この公園の景勝地の一つです。広尾町から続く国道 336 号（通称黄金道路）は、切り立った岸壁沿いに道路が走る気持ちの良いドライブコースですが、札幌からは車で約 6 時間、帯広からでも約 3 時間ほどかかります。やはり北海道は広いですね。 (A. K)

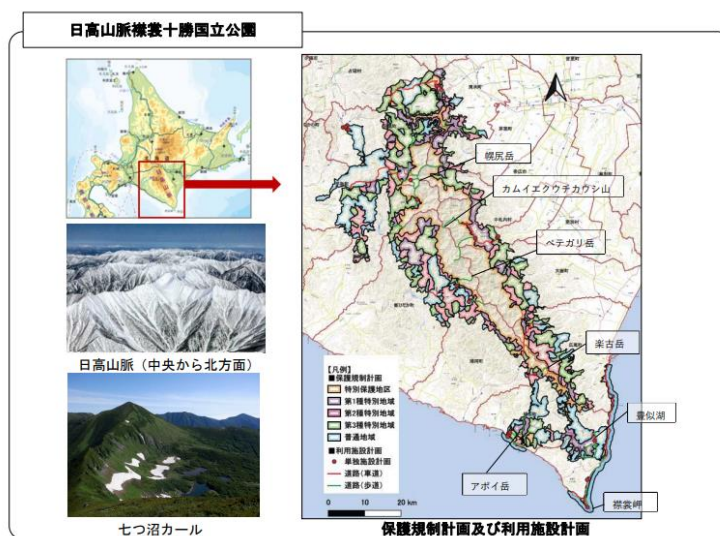


図. 日高山脈襟裳十勝国立公園全体図
(環境省 HP より引用)



株式会社 愛 研

(<https://ai-ken.co.jp>)

本社 〒463-0037 名古屋市守山区天子田 2-710

電話(052)771-2717 FAX(052)771-2641

半田営業所 〒475-0088 半田市花田町 2-65

電話(0569)28-4738 FAX(0569)28-4749

