



## 北海道の栄華をかつて極めたニシンはコンブをも育てていた

～ニシンが栄養源として寄与、100年以上前のコンブから検証～

### 研究成果のポイント

- ・北海道日本海沿岸域において、「磯焼け」が発生する以前のコンブがどのような栄養状態で育ったかを初めて解明。
- ・1880～1920年頃に北海道日本海で大量に漁獲されたニシンが当時のコンブの栄養源になっていたことを、100年以上前のコンブから検証。
- ・当時のニシンは、自身の卵や精液、加工により生じた煮汁等の分解物という形で、春季の北海道日本海沿岸に栄養塩を供給し、コンブの成長促進と現存量増大に貢献したことを解明。

### 研究成果の概要

北海道日本海では、南西部を中心にコンブ等の大型海藻類が消失し、それを餌とするウニやエゾアワビ等の生産が減る「磯焼け」が喫緊の課題です。磯焼けの一因としては、海の天然肥料である栄養塩との関連性が指摘されていますが、磯焼けが発生したとされる1930年頃以前の栄養塩の状態を説明できる科学データは、これまで存在しませんでした。

この問題を解決するため、北海道大学総合博物館が所蔵する1881年から134年分のコンブ標本を用い、栄養状態に関する情報を持つ窒素安定同位体比\*<sup>1</sup>を調べました。

その結果、1881～1920年（明治から大正期）の日本海側のコンブの窒素安定同位体比のみ特異的な値を示し、当時の栄養状態が他の年代や海域と大きく違っていたことがわかりました。明治から大正期の北海道では、現在の500倍から1000倍に及ぶ大量のニシンが漁獲され、その90%以上は日本海側のものでした。沿岸に押し寄せたニシンの卵や精液、煮汁が、コンブの栄養源となったことが考えられます。

磯焼けは、北海道日本海に限らず、国内外において解決すべき最重要課題の一つです。本研究で明らかにされた磯焼け発生以前の海の栄養状態は、長年漁業関係者を悩ませてきた磯焼けの要因解明やその対策を検討するうえで重要な知見となります。

### 論文発表の概要

研究論文名 : Historical  $\delta^{15}\text{N}$  records of Saccharina specimens from oligotrophic waters of Japan Sea (Hokkaido) (コンブ標本の窒素安定同位体比を用いた北海道日本海における栄養塩供給特性の歴史的評価)

著者：栗林貴範<sup>\*</sup>（北海道原子力環境センター），阿部剛史（北海道大学総合博物館），門谷 茂（北海道大学大学院水産科学研究院）

※ … 北海道大学大学院環境科学院にて社会人学生として学位取得

公表雑誌：PLOS ONE （doi:10.1371/journal.pone.0180760）

公表日：米国太平洋時間 2017 年 7 月 12 日（水）（オンライン公開）

## 研究成果の概要

### （背景）

北海道日本海では、南西部を中心にコンブ等の大型海藻類が消失する磯焼けが著しく、その一因として栄養塩との関連性が指摘されています。一方、19 世紀末から 20 世紀初頭（明治から大正期）には大規模な海藻群落が形成され、大きくて黒々としたが厚いコンブが大量に存在していたと、漁業者により昔から伝えられてきました。しかし、このコンブを育てた過去の海の栄養状態がどのようなかを説明できる科学データは、これまで存在しませんでした。

### （研究手法）

この問題を解決するために、昔のコンブ標本に注目しました。コンブは栄養塩を利用して生育するため、逆転の発想で、昔のコンブ成分を調べれば、当時の海の栄養状態を知ることができるのではないかと考えました。そこで、北海道大学総合博物館が所蔵する 1881 年から 2014 年にかけて北海道周辺海域に分布した 134 年間のコンブ標本を用い（図 1）、栄養状態に関する情報を含む窒素安定同位体比（ $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  の比率）を調べました。

### （研究成果）

その結果、1881 年から 1920 年（明治から大正期：今から約 100 年から 135 年前）にかけて日本海側で生育したコンブの窒素安定同位体比のみ、他の年代や海域と比べて特異的に高い値を示しました（図 2、3）。このことは、一般に知られる窒素安定同位体比の上昇要因では説明できず、長年言い伝えられてきた仮説の一つ、「ニシンによる栄養塩供給」との関連性が考えられました。

明治から大正期にかけての北海道では、現在の 500 倍から 1000 倍に及ぶ大量のニシンが漁獲され（図 4 a）、その 90%以上は日本海側で占められていました。沿岸に来遊したニシンの雌は、粘性のある卵を海藻に生みつけます（図 4 b）。ニシンの雄はその卵に放精し、群来（くき）と呼ばれる海面が白濁する現象が起こります（図 4 c）。また、水揚げされたニシンはその場で加工され、内蔵や白子、数の子を取り出した後の加工残差や、漁網干しやニシンの乾燥時に滴る体液、海水を沸騰させた大釜でニシンを煮た時に生じる膨大な煮汁が海に流れ出ました（図 4 d）。ニシンに由来するこれらの物質は、分解して海藻が利用可能な「栄養塩」となり、当時のコンブの栄養源となっていた可能性があります。

そこで、北海道日本海におけるコンブの窒素安定同位体比をニシンの漁獲量変動と比較した結果、コンブの窒素安定同位体比が高いほど、ニシンの漁獲量も多くなっていたことがわかりました（図 5）。コンブとニシン漁獲量の解析からニシンがコンブに栄養塩を供給した可能性が指摘されていること、海に流入したニシンの加工残差が膨大な栄養塩になること、ニシンの卵や精液、煮汁が高い窒素安定同位体比を示すこと、コンブの窒素安定同位体比は人工添加した栄養塩の窒素安定同位体比を反映して変動すること等も踏まえると、今回示された高い窒素安定同位体比は、当時大量に来遊した

ニシン産卵群による卵や精液，加工により生じた煮汁等が分解して「栄養塩」となりコンブに利用されたためと考えることが，最も矛盾のない説明となります。

興味深いことに，当時漁獲されたニシンは，冬に来遊する現在のニシンと異なり，コンブの最成長期，現存量\*<sup>2</sup>増大期である春に来遊しました。北海道日本海沿岸における春の施肥（栄養塩の添加）には，コンブの成長を促す効果やコンブ群落の現存量を増やす効果があることから，当時のニシンは，コンブの成長促進と現存量増大に寄与していたことが考えられました。

#### （今後への期待）

ウニやアワビ等の生産低下を引き起こす磯焼けは，北海道日本海に限らず，国内外において解決すべき最重要課題の一つです。北海道日本海の磯焼けは 1930 年頃に発生したといわれていますが，今回の研究で磯焼け発生以前の海の栄養状態が明らかになり，ニシンがコンブの栄養源として寄与していたことが解明されたことは，漁業関係者を長年悩ませてきた磯焼けの要因解明やその対策を検討するうえで重要な知見となります。

#### お問い合わせ先

北海道大学大学院水産科学研究院 特任教授 門谷 茂（もんたに しげる）

TEL : 011-706-2322 FAX : 011-706-2322

E-mail : montani@fish.hokudai.ac.jp

#### 【参考図】



図1 北海道大学総合博物館が所蔵するコンブ標本の一例

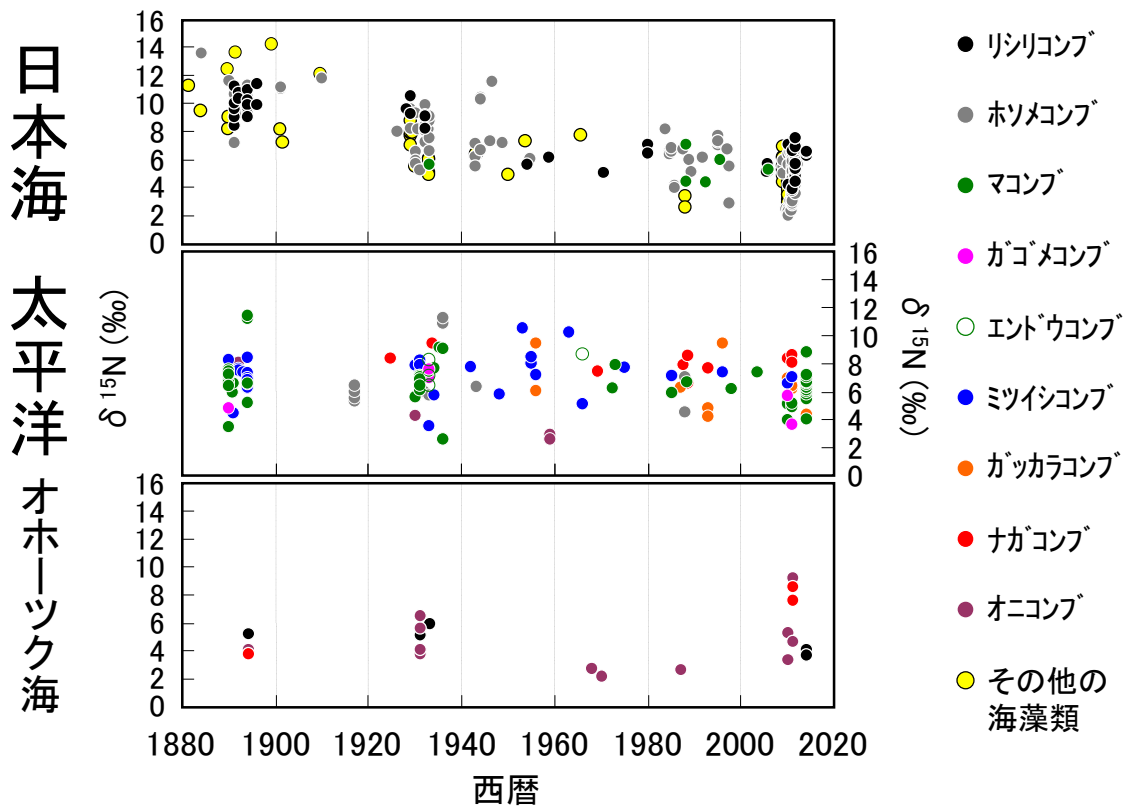


図2 北海道周辺海域におけるコブの窒素安定同位体比 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) の推移。日本海の1880~1920年の数値が、他の年代・海域と比べて高くなっていることがわかる。‰は1000分の1を表す記号。

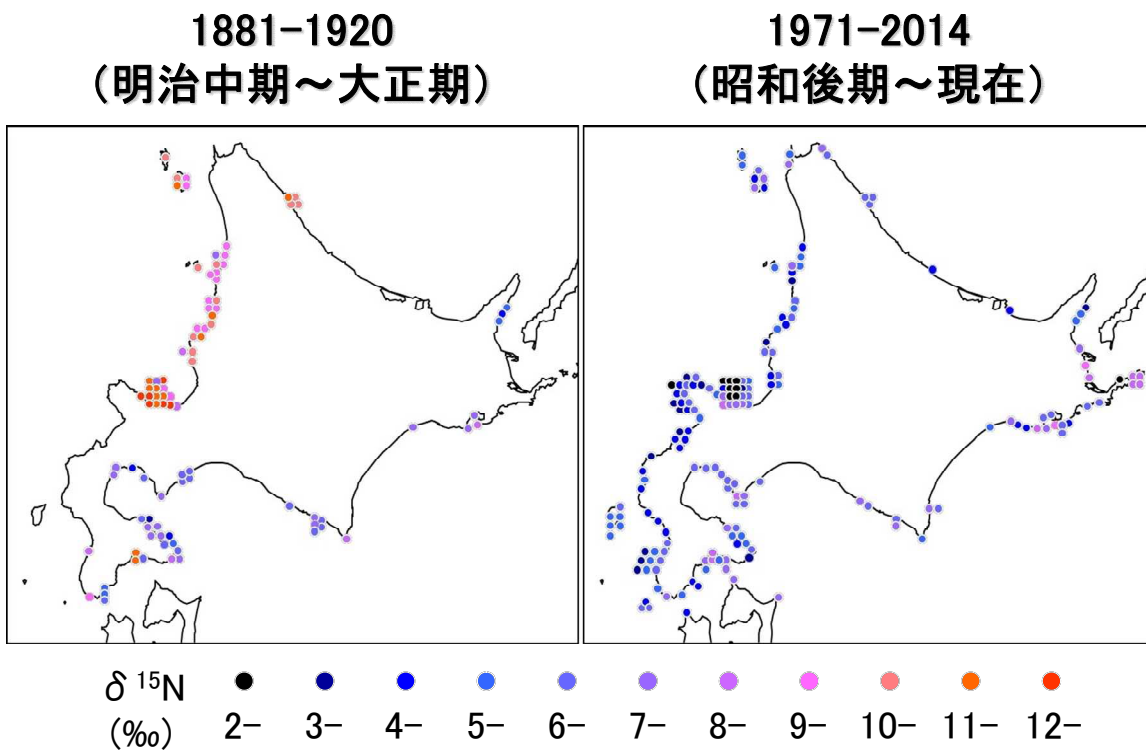


図3 北海道周辺海域におけるコブの窒素安定同位体比 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) マップ。1881年~1920年の日本海側の数値が高くなっていることがわかる。

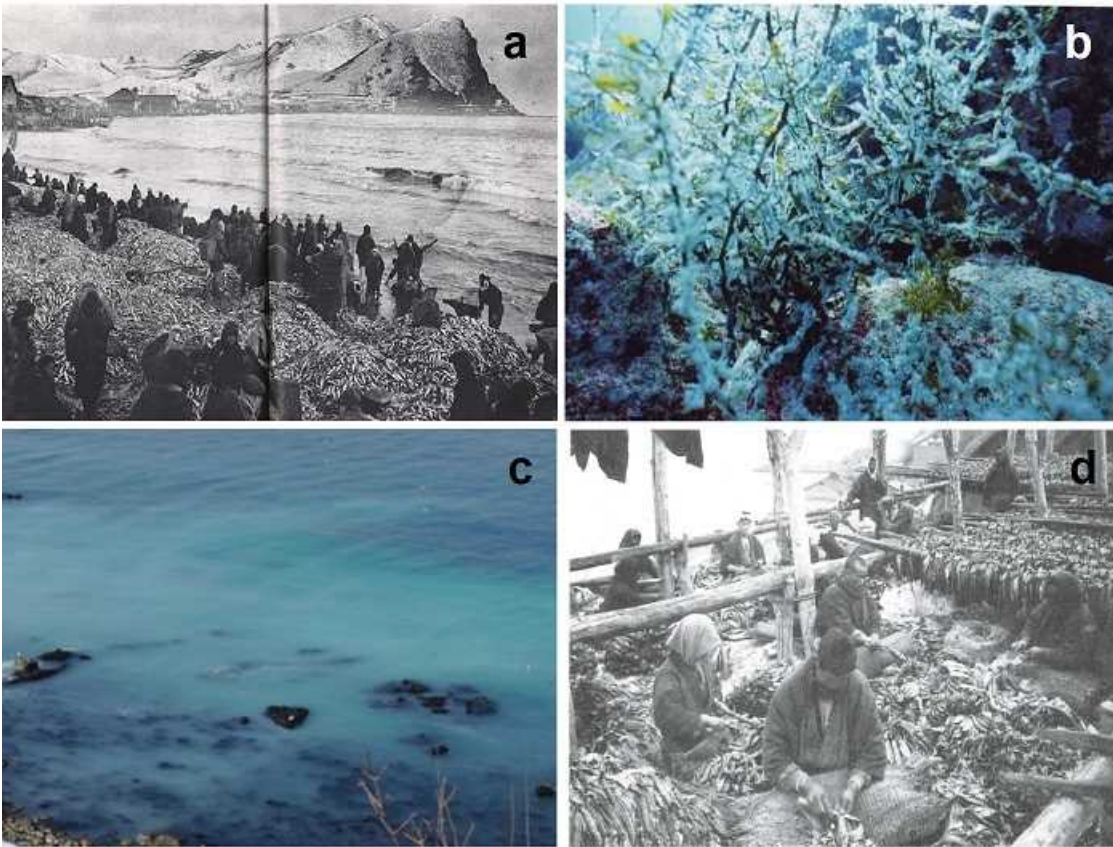


図4 北海道日本海沿岸で撮影されたニシンに関連する写真

- a. 前浜に揚げられた大量のニシンの山（1919年：余市，林 満氏より提供）
- b. 海藻に生み付けられたニシンの卵（2004年：羽幌，赤池章一氏より提供）
- c. 「群来（くき）」と呼ばれる雄ニシンの放精により海面が白く濁る現象（2011年：小樽）
- d. 身欠きニシンの加工（1911年あるいは1914年：寿都，山本竜也氏より提供）

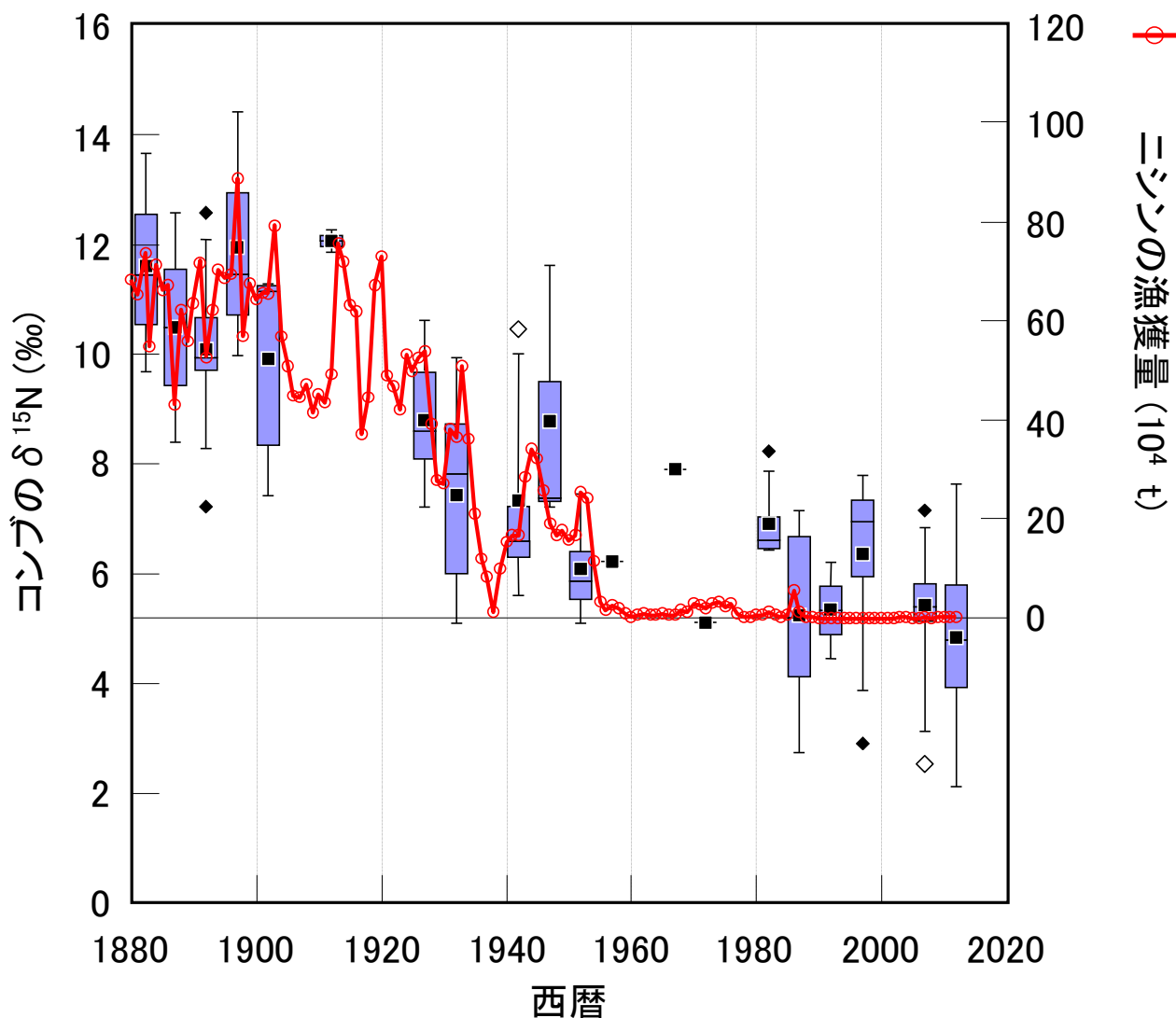


図5 北海道日本海におけるコンブの窒素安定同位体比 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) とニシンの漁獲量の関係。青いボックスがコンブの  $\delta^{15}\text{N}$ 、赤丸がニシンの漁獲量を表す。ニシンの漁獲量が多いほど、コンブの  $\delta^{15}\text{N}$  も高くなっていることがわかる。

【用語解説】

- \* 1 窒素安定同位体比 … 同位体とは、同じ原子だが、質量(重さ)が微妙に異なる原子のことであり、特に、放射能を持たない同位体(壊れにくい同位体)のことを安定同位体という。窒素の安定同位体には  $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  があり、海水に含まれる  $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  の比を調べることで、その海水の栄養状態を調べることができる。
- \* 2 現存量 … ある時点において単位面積内に存在する、生物個体群の生物体(例えばコンブ)の総量のこと。