

採苗したホタテの親は何処にいる？

— 日本海ホタテ採苗不振対策事業の遺伝解析による親子関係の検討から —

網走水産試験場、調査研究部、栗原康裕(後志北部地区・石狩地区・留萌南部地区・留萌北部地区水産技術普及指導所)

研究成果の概要

●ミトコンドリアDNAマーカーを利用することで、後志北部～留萌海域では養殖貝が採苗貝の母貝として機能している可能性が示されました。また増毛町と小平町の間を境界とした石狩湾海域と留萌海域では採苗貝集団の形成プロセスが異なり、石狩湾海域では天然貝が母貝集団として関与する可能性が示されました。

研究の背景

●日本海でのホタテガイ採苗不振の脆弱性を克服するための対策策定には、日本海での採苗に寄与している母貝集団が養殖貝もしくは天然貝であるかを突き止める必要があります。

研究の目的

●遺伝子マーカー(ミトコンドリアDNAのNcR2領域)を利用して採苗貝と養殖貝の親子関係を解明します。

研究の成果

●各海域間のペアワイズΦST(集団分化係数)解析の結果、採苗貝・養殖貝集団はCLO-CUI、CLI、CUM、CLR-CUR、CUH、CUEの6つの分集団に区別され(表1)、石狩湾海域のCLO-CUI集団と、留萌海域のCLR-CUR集団の2集団にJ1～J4の養殖貝・採苗貝間の関係があり、養殖貝が母貝として関与する可能性が示されました。またCLI集団は養殖貝との関連が見られず、天然貝集団の寄与もありそうです(図1)。

●ギブス・サンプラーを利用した多項分布による養殖貝の採苗貝への寄与率分解の結果、増毛と臼谷の間を境界(図1灰色太線)として石狩湾海域と留萌海域では採苗貝集団の形成プロセスが異なり、石狩湾海域でCLI集団では天然貝が母貝として関与する可能性があります(図1)。

| ペアワイズΦST | 採苗貝 | | | | | | | | | | | | 養殖貝 | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--|--|--|--|--|--|
| | 石狩湾海域 | | | | 留萌海域 | | | | 石狩湾海域 | | | | 留萌海域 | | | | | | | | | | | |
| | 小樽 | 厚田 | 浜益 | 増毛 | 臼谷 | 鬼鹿 | 苫前 | 羽幌 | 遠別 | 小樽 | 厚田 | 浜益 | 増毛 | 臼谷 | 苫前 | 羽幌 | 遠別 | | | | | | | |
| 採苗貝 | CLO | 0.0687 | 0.0095 | 0.0231 | 0.0073 | 0.0017 | 0.0020 | 0.0096 | 0.0041 | 0.0036 | 0.0060 | 0.0001 | 0.0140 | 0.0038 | 0.0021 | 0.0045 | 0.0179 | | | | | | | |
| | 厚田 | | CLI | 0.0164 | -0.0029 | 0.1259 | 0.1067 | 0.1063 | 0.1382 | 0.0184 | 0.1086 | 0.1260 | 0.0978 | 0.1447 | 0.1227 | 0.0718 | 0.0614 | 0.2134 | | | | | | |
| | 浜益 | | | CLI | 0.0003 | 0.0344 | 0.0293 | 0.0284 | 0.0371 | 0.0331 | 0.0274 | 0.0340 | 0.0231 | 0.0438 | 0.0330 | 0.0149 | 0.0110 | 0.0641 | | | | | | |
| | 増毛 | | | | CLI | 0.0701 | 0.0540 | 0.0483 | 0.0763 | 0.0825 | 0.0538 | 0.0684 | 0.0471 | 0.0822 | 0.0642 | 0.0417 | 0.0384 | 0.1122 | | | | | | |
| | 臼谷 | | | | | CLR | 0.0025 | 0.0037 | 0.0019 | -0.0005 | -0.0031 | -0.0006 | 0.0040 | 0.0099 | 0.0002 | 0.0062 | 0.0119 | 0.0180 | | | | | | |
| | 鬼鹿 | | | | | | CLR | 0.0017 | 0.0042 | -0.0009 | 0.0012 | 0.0022 | -0.0011 | 0.0083 | -0.0008 | 0.0048 | 0.0116 | 0.0098 | | | | | | |
| | 苫前 | | | | | | | CLR | 0.0017 | 0.0021 | 0.0038 | 0.0060 | 0.0001 | 0.0140 | 0.0038 | 0.0021 | 0.0045 | 0.0179 | | | | | | |
| | 羽幌 | | | | | | | | CLR | 0.0038 | -0.0022 | -0.0005 | 0.0053 | 0.0059 | 0.0001 | 0.0067 | 0.0105 | 0.0209 | | | | | | |
| | 遠別 | | | | | | | | | CLR | 0.0036 | 0.0060 | 0.0001 | 0.0140 | 0.0038 | 0.0021 | 0.0045 | 0.0139 | | | | | | |
| 養殖貝 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 小樽 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 厚田 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 浜益 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 増毛 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 臼谷 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鬼鹿 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 苫前 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 羽幌 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 遠別 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

表1. 各海域のホタテガイ集団(採苗貝と養殖貝)間のペアワイズ ST. 赤は有意水準5%以下. 対角成分はクラスター名であり、CLI: 厚田・浜益・増毛海域、CLR: 臼谷・鬼鹿・苫前・羽幌・遠別、CUI: 小樽・厚田・浜益海域、CUR: 臼谷・苫前海域. 対角成分以外は採苗貝 養殖貝関係であり、J1: CLO CUI間経路、J2, J3, J4: CLR CUR間経路.

図1. 後志北部～留萌海域の採苗貝と養殖貝の遺伝子型(円グラフ)、分集団、寄与率. 遺伝子型区分: 優先型(全集団共通な遺伝子型); その他(全集団には出現しないが、2つ以上の集団で共通な遺伝子型); 固有型(各集団固有の遺伝子型). 分集団区分: CLO CUI (CLO: 小樽海域採苗貝; CUI: 小樽・厚田・浜益海域養殖貝); J1: CLO CUI間経路、CLI (厚田・浜益・増毛海域採苗貝)、CLR CUR (CLR: 臼谷・鬼鹿・苫前・羽幌・遠別採苗貝; CUR: 臼谷・苫前海域養殖貝; J2, J3, J4: CLR CUR間経路)、CUM(増毛海域養殖貝)、CUH(羽幌海域養殖貝)、CUE(遠別海域養殖貝)、? (その他母貝). 寄与率: 赤: 30% > 寄与率 ≥ 20%、青: 50% > 寄与率 ≥ 30%、黄: 寄与率 ≥ 50%.

多項分布 (MN) モデル

$$MN(C_{ij}, P_{ij}; i: 1, \dots, G, j: 1, \dots, M)$$

$$= \prod_{g=1}^G MN(C_{gi}, Q_{gi}; i: 1, \dots, M) MN(C_j, W_j; j: 1, \dots, G)$$

- ギブス・サンプラー・アルゴリズム
- 多項分布 (MN) の共役事前分布はディリクレ分布 (D) である。
1. 養殖貝集団ごとハプロタイプ確率 Q_{gm} と寄与率 W_g を発生させる。

$$Q_{11}, \dots, Q_{GM} \sim D(C_{11}, \dots, C_{GM})$$

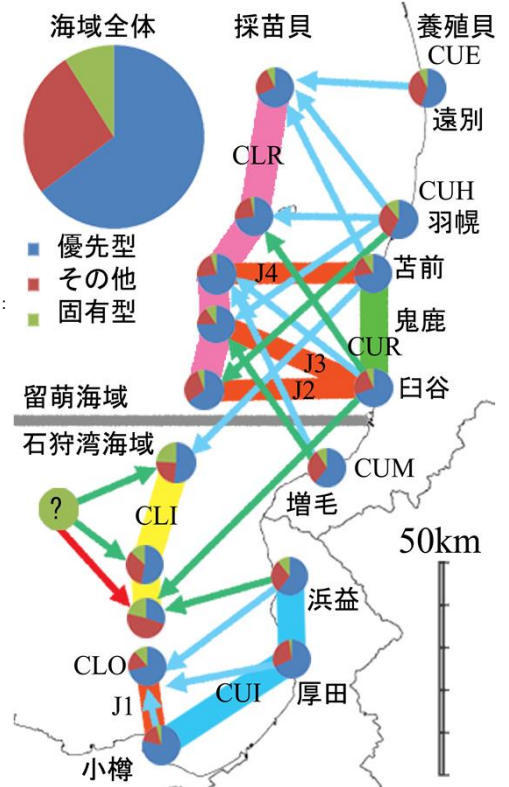
$$W_1, \dots, W_G \sim D(\alpha_1, \dots, \alpha_G)$$
 2. $P_{gm} = Q_{gm} W_g$ より同時確率 P_{gm} を計算する。
 3. P_{gm} に従い、採苗貝集団のすべての標本を養殖貝集団に頻度 N_{gm} で割り当てる。
 4. 母数を更新する。

$$C_{gm} = C_{gm} + N_{gm}, \alpha_g = \alpha_g + \sum_{m=1}^M N_{gm}$$
 5. 養殖貝集団ごとハプロタイプ確率 Q_{gm} と寄与率 W_g を発生させる。

$$Q_{11}, \dots, Q_{GM} \sim D(C_{11}, \dots, C_{GM})$$

$$W_1, \dots, W_G \sim D(\alpha_1, \dots, \alpha_G)$$
 6. 2から5までを収束するまで反復する。

●2つの異なる解析は養殖貝の母貝集団として機能や、天然貝集団の存在について支持しています。母貝集団としての養殖貝は50km以上の範囲での効果が期待できそうです。



研究成果の活用
 採苗安定のための母貝管理の指針として利用できます。
 ●ホタテガイ採苗管理の単位として石狩湾海域と留萌海域の2海域に区分できます。
 ●管理海域ごとの母貝用養殖貝を確保することが重要です。