

放流種苗の生産施設における防疫対策と
遺伝的多様性確保に関する研修会

種苗放流による遺伝的多様性の低下等 のリスク管理

令和5年12月

国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所
養殖部門育種部 系統開発グループ長
菅谷 琢磨

1. 人工種苗放流が遺伝的多様性に与えるリスク

- 1) 野生集団の遺伝的多様性の低下リスク
- 2) 近郊弱勢の発生リスク

2. リスクへの対処

- 1) 対象資源の遺伝的多様性の把握と管理単位の設定
- 2) 親魚の遺伝的管理
 - (1) 尾数と由来の管理
 - (2) 採卵と受精卵の管理
 - (3) その他の管理技術
- 3) 遺伝的リスクの簡易チェック

3. 具体的な対応(広域プラン対象種;ヒラメ、マツカワ、トラフグ)

遺伝的多様性とは

種の多様性



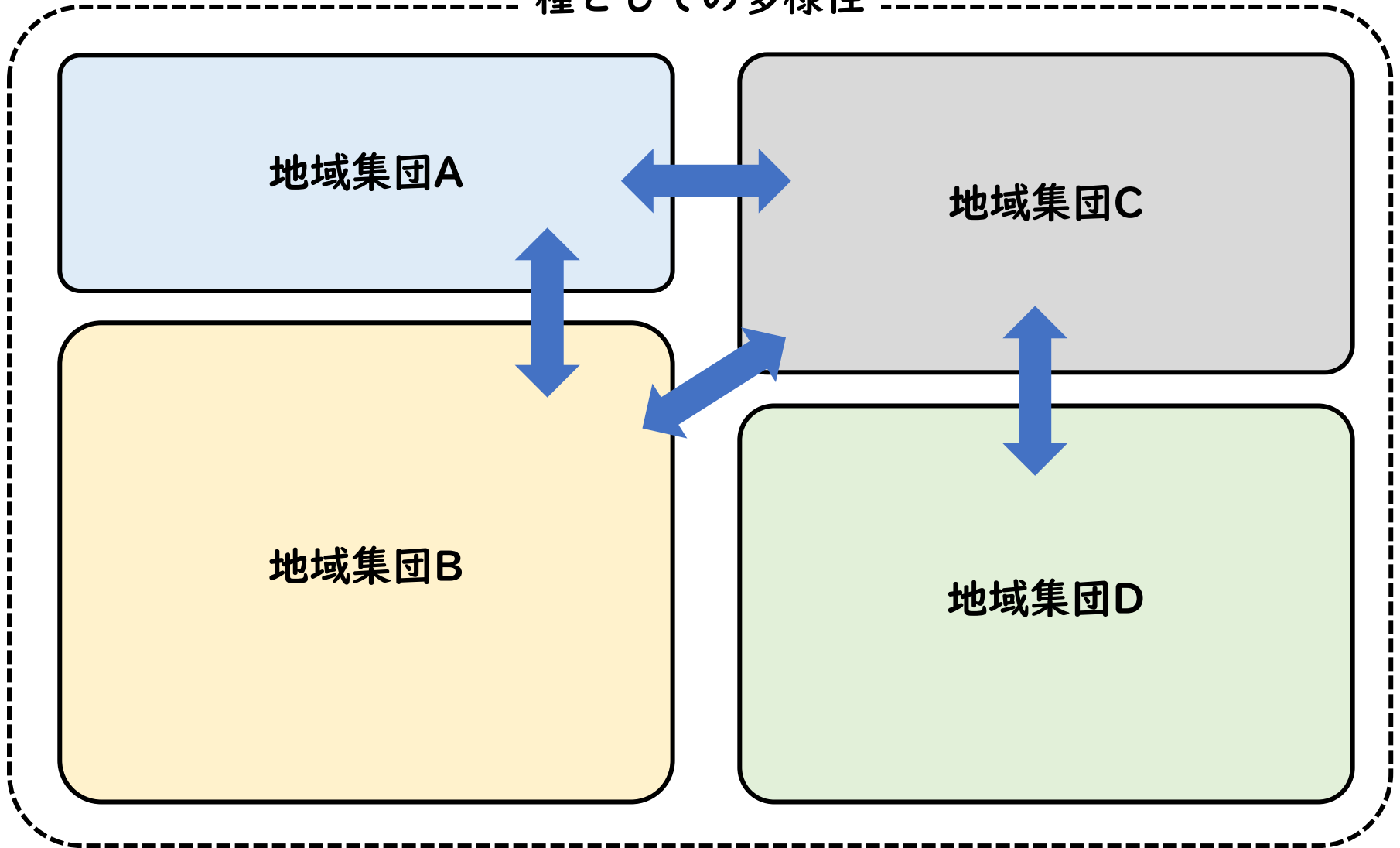
八幡浜市観光物産HPより

種内の多様性=遺伝子の多様性



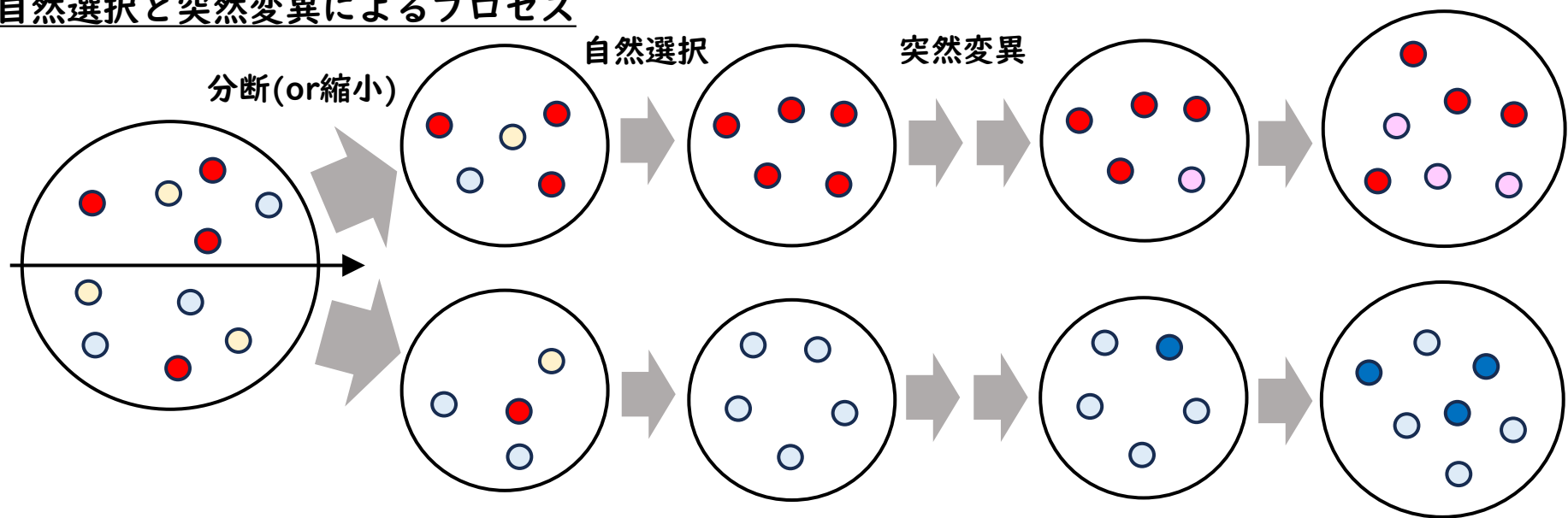
野生集団の遺伝的多様性の特徴: 遺伝的に異なるグループの存在

種としての多様性

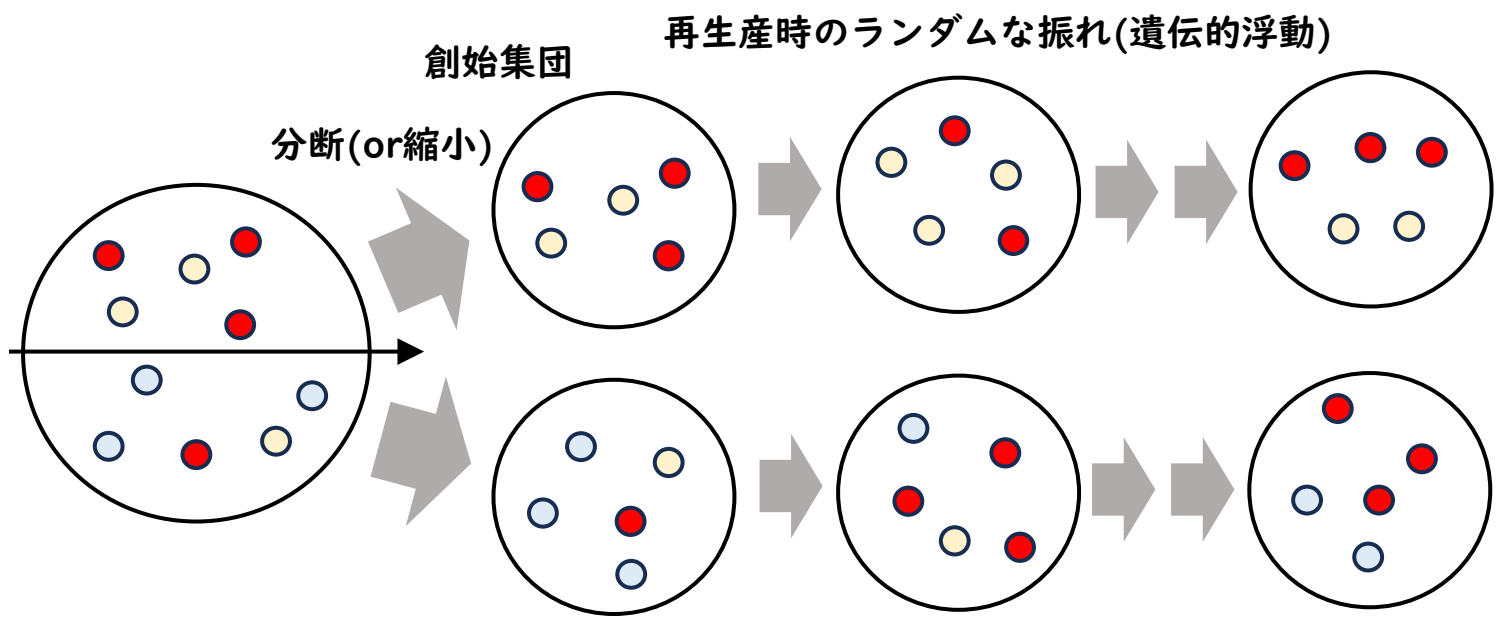


遺伝的な違いが生じるプロセスの模式図

自然選択と突然変異によるプロセス



創始者効果と遺伝的浮動によるプロセス



魚類の野生集団の遺伝的多様性

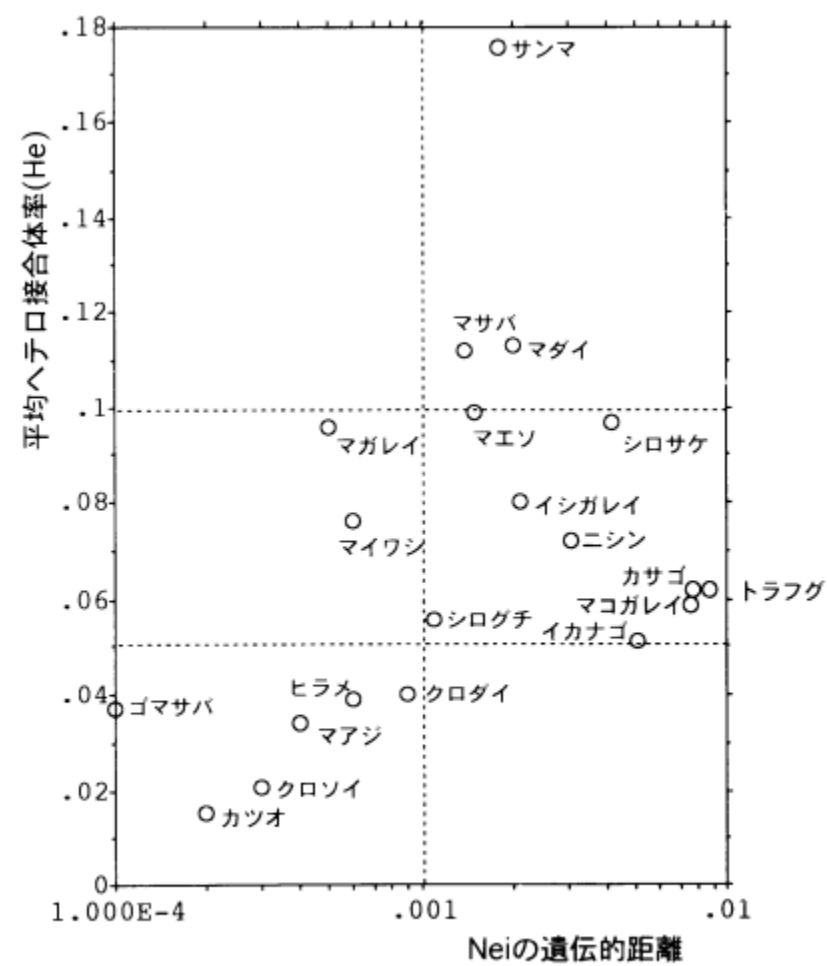


図2 海産魚類における地域間の遺伝的分化と遺伝的変異性

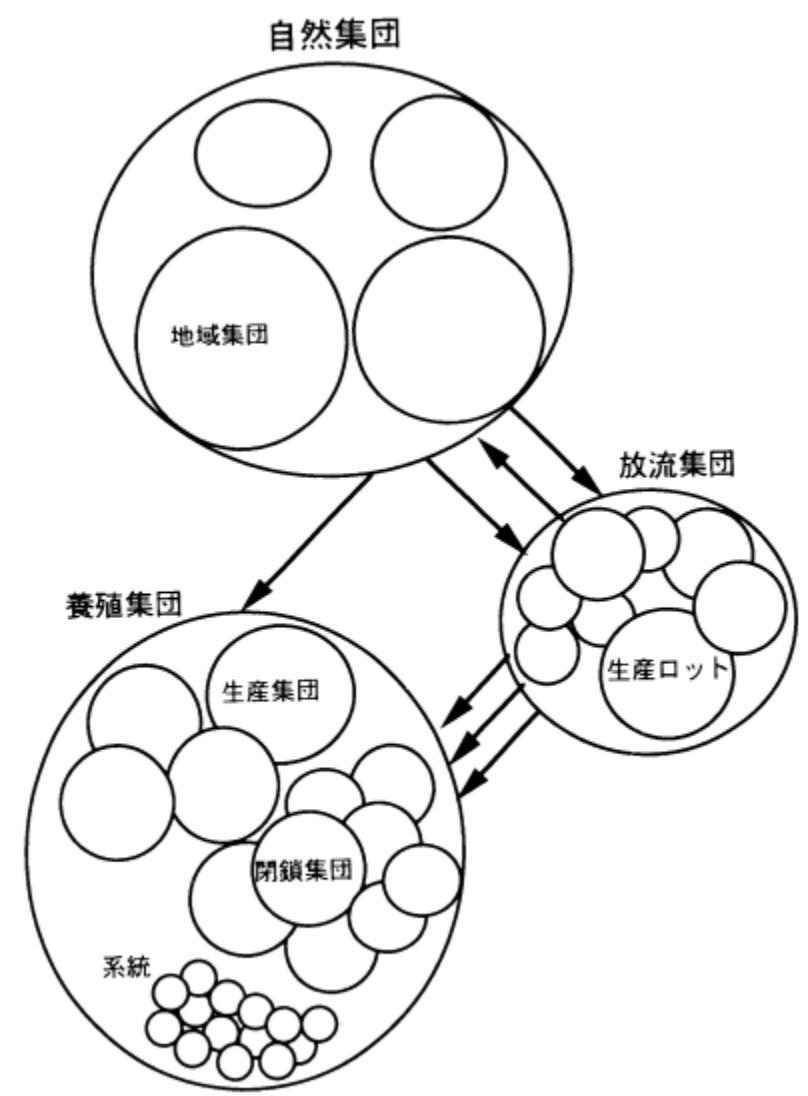


図3 水産生物における集団

野生集団の遺伝的多様性保全のポイントとなる概念(その1)

- ある生物種は分布域全体に均一に存在しているわけではなく、幾つかの個体群が互いに離れた地域に生息。このとき、**各個体群はそれぞれの環境下での自然選択によって生存に有利な遺伝子を蓄積し、独自の遺伝的特性を有することが可能**である。このことは、子孫の適応度を高く保ち、個体群が世代を超えて安定して存続する上で非常に重要。(P4, L1-5)
- 多くの場合、各個体群は他の個体群から完全には分断されておらず、**互いにある程度交流し、個体数を安定的に維持している**。こうした交流による遺伝的多様性の補完が、生物種の新たな環境への適応に有利に働く可能性が示されている。(P4, L6-9)
- 一方、各個体群の遺伝的特性は、**自然選択、突然変異、再生産及び個体の移出入のバランスによって動的に保たれており、外部から遺伝的に異質な個体が大量に導入された場合には容易に乱され得る**。(P4, L15-17)

放流の影響を実際に心配すべきだろうか

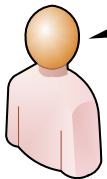


人工種苗では親が天然に比べて少なく、多様性が低くなってる、種苗放流が天然に影響するかも・・・

心配には及ばない。天然集団の多様性はとても高いし、個体数からみたって人工種苗の影響なんてたかが知れている！

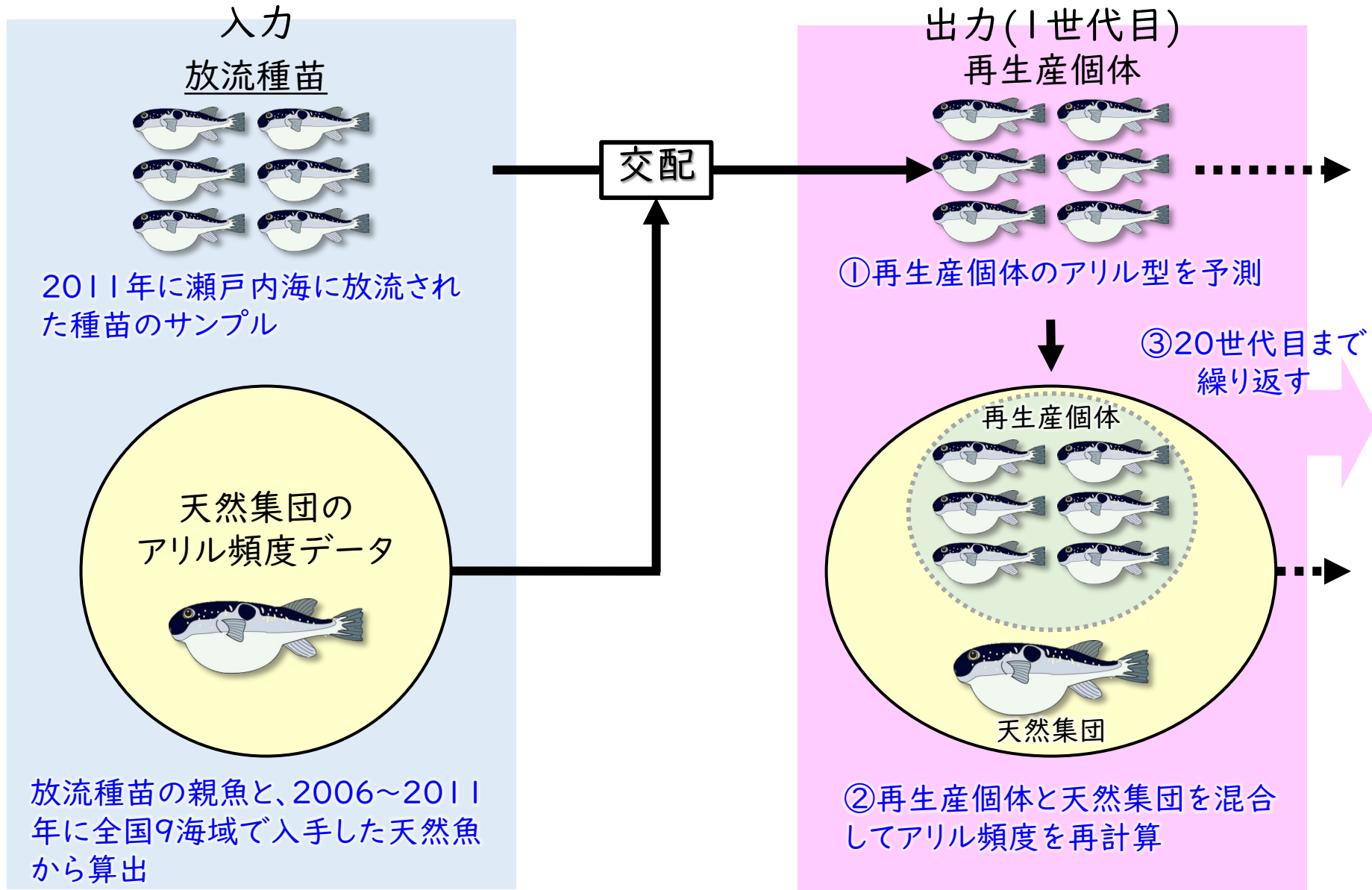


いや、影響は十分懸念すべき、地域資源としてみれば場所によって放流量は莫大なものだし、悪影響があるかもしれないので適切にリスク管理すべき！



影響があるとすればそれはどんなプロセスなんだろう・・・

トラフグ種苗データを用いたシミュレーション



➤ 設定条件ごとに10回繰り返し、平均アリル数と平均ヘテロ接合体率の平均値を観察。

入力データの遺伝的多様性

放流種苗

個体数: 86

アليل数: 8.6

ヘテロ接合体率(He): 0.810

親の数: 雌4尾, 雄4尾

天然個体

個体数: 天然個体316尾+

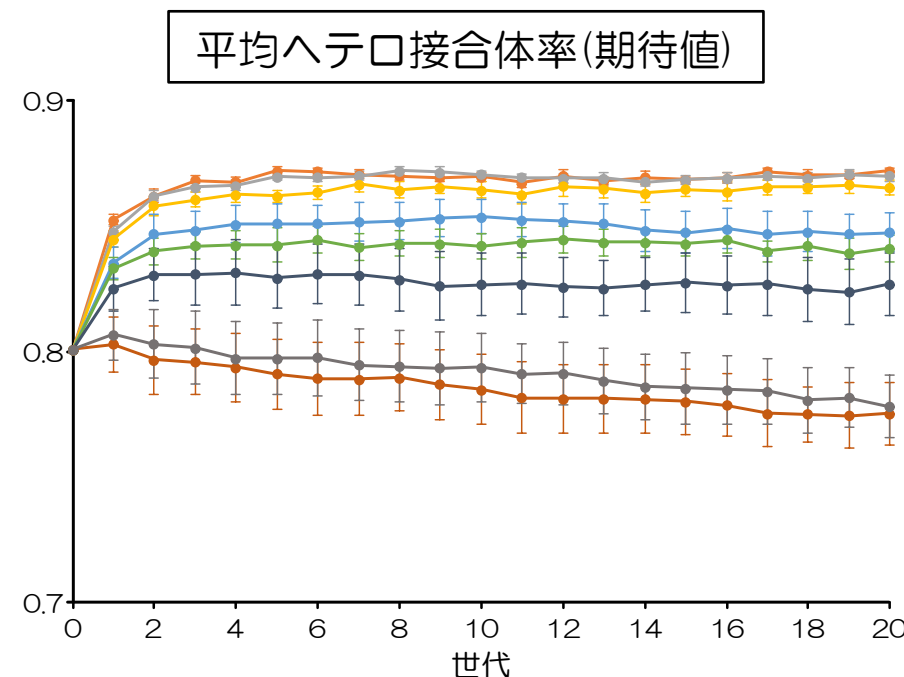
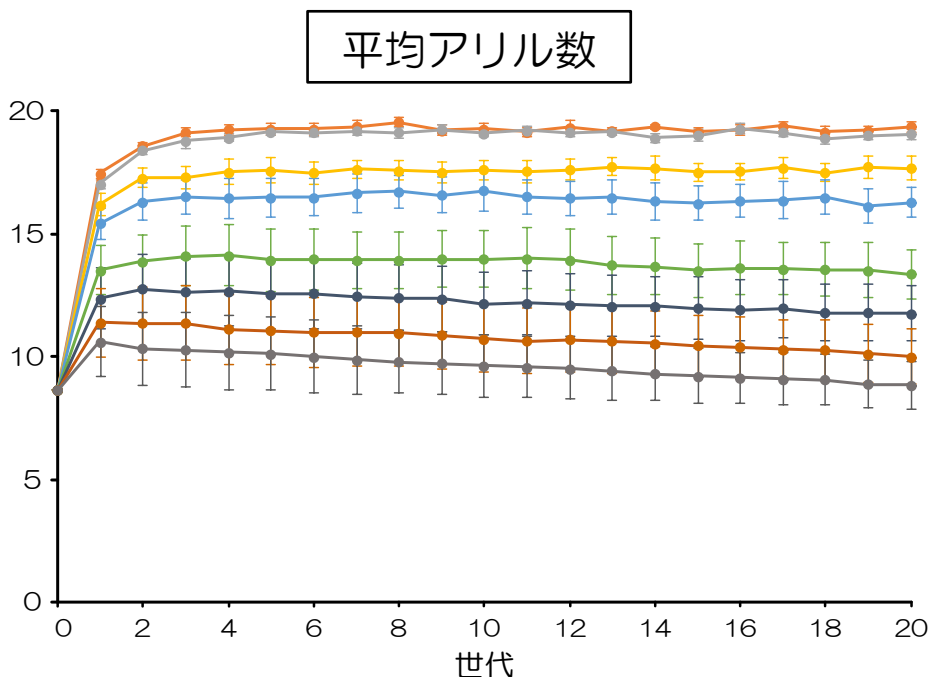
放流種苗の親魚8尾

アليل数: 22.7

ヘテロ接合体率(He): 0.882

- ▶ 天然集団に比べて低い放流種苗の遺伝的多様性が、再生産によって回復するかどうか検討することとした。

放流種苗がもたらし得る影響の検討



シミュレーションで仮定した天然集団中の再生産個体の割合

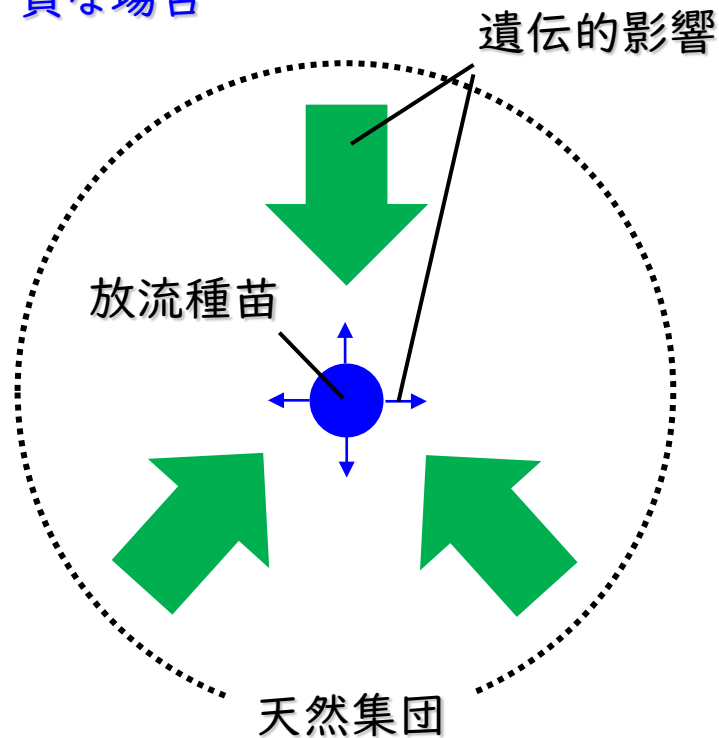
● 0% ● 1% ● 5% ● 10% ● 20% ● 30% ● 50% ● 80%

- 再生産個体の多様性は1世代目に急激に上昇。
- 1世代目の上昇の程度は再生産個体の割合が高いほど低く、再生産個体の割合が20%以上になると2世代目以降の平均アレル数の上昇が、30%以上になると平均ヘテロ接合体率の上昇が認められなくなった。

→ 再生産個体が0, 10, 30, 80%の場合の血縁dyad指数を算出し、遺伝的組成の変化をより詳細に分析。

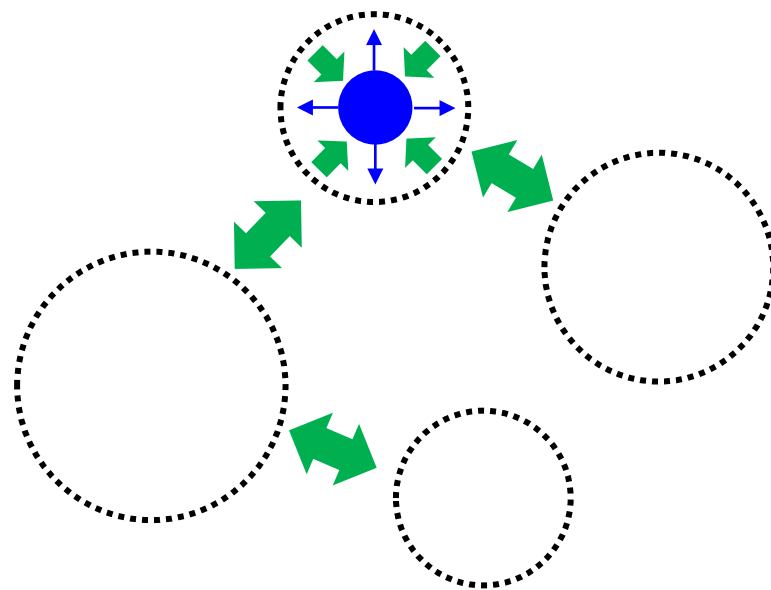
再生産シミュレーションから想定される種苗放流の遺伝的影響

放流種苗集団は天然集団に比べて十分に小さく、天然集団が全体に均質な場合



再生産個体は急速に天然集団と均質化.ほぼ影響は見られない

天然集団が複数の分集団からなり、各集団が比較的小さい場合



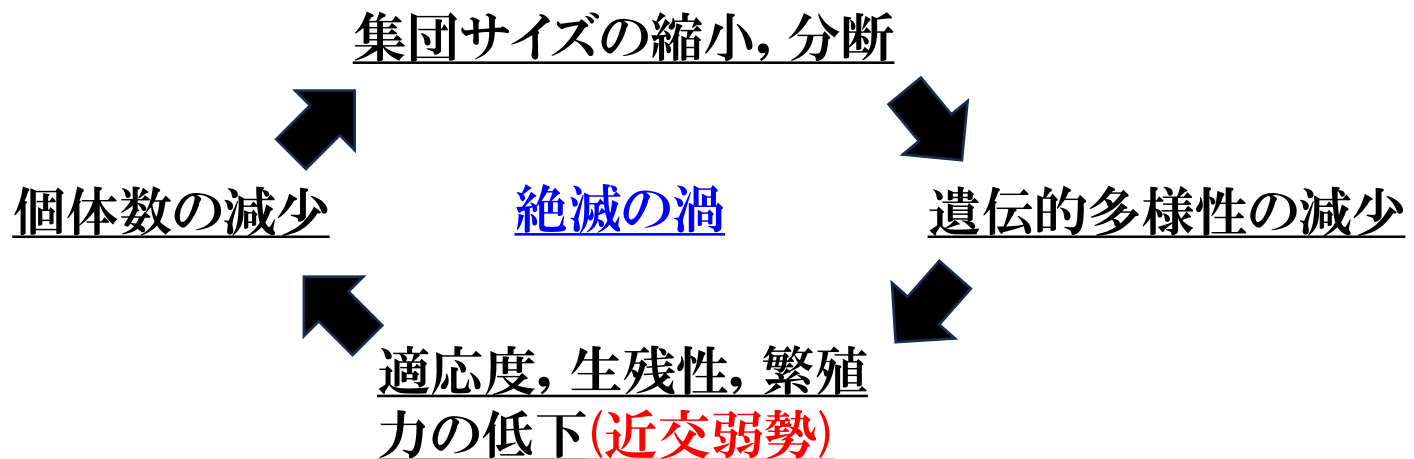
放流種苗は放流地先の集団に影響を与え、場合によっては他集団へも影響が拡大

野生集団の遺伝的多様性保全のポイントとなる概念(その2)

近交弱勢

遺伝的に近い個体の交配(近親交配)が繰り返されたことによって子孫の生存能力や繁殖能力が低下する現象。継代を繰り返した隔離集団に多く観察され、最初の世代の遺伝的多様性が低いほど発生しやすい。(指針抜粋)

- 野生生物においても、個体数が著しく減少した集団では近交弱勢が観察されることがあり、**生存能力の低下が個体数の減少を加速し、更なる遺伝的多様性の低下と近交弱勢の発生を促す“絶滅の渦”**に陥るリスクが指摘されている。



どう対処すべきか

野生集団の遺伝的多様性保全のポイントとなる概念(その3)

管理単位の設定:どの海域(≡集団)の多様性を守るのか

- 対象種の遺伝的な集団構造に基づいて放流計画を策定することが重要.
その上で、管理単位は放流海域周辺の栽培漁業関係者の情報共有と合意形成が無理なく実施できる範囲で設定することが望ましい
- 日本沿岸の海域間に遺伝的な違いが認められない場合でも、現状の技術で把握できていない可能性があるため、全体を一つとせず、既存の資源管理体制に準じた設定が有効と考えられる

親魚の遺伝的管理:

- 人工種苗の個体群が持ち得る遺伝的多様性の最大値は、種苗生産に用いられた親魚の数や質によって決定される
- ①親魚の尾数と由来の管理と②採卵及び受精卵の管理は非常に重要
- ただし、親魚の管理は管理単位毎に実施することが理想的(e.g. 複数県で連携した管理)

採卵及び受精卵の管理

自然産卵

- 多数の親魚を一つの水槽に収容し、水槽内での自発的な産卵と受精によって受精卵を入手する方法
- 繁殖への寄与の程度が個体によって異なることから、生産された人工種苗が親魚群の遺伝的多様性を反映していない事例が多い
- 可能な限り多数の親魚群を用いるとともに、各群で複数回の採卵を行い、より多くの親魚を関与させることが望ましい

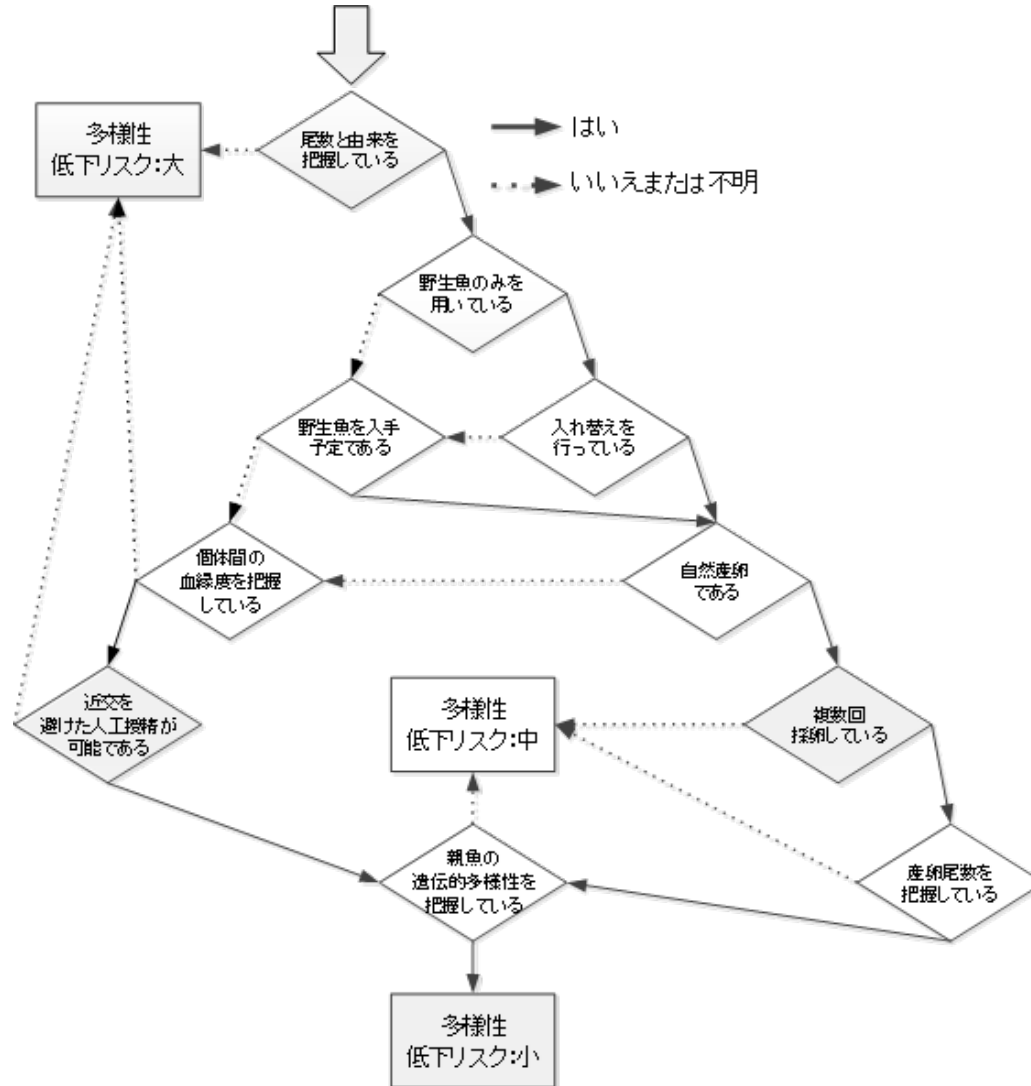
人工授精

- できるだけ多くの親魚から卵と精子を採取するとともに、雌雄の各ペアが同数の子孫を残すよう、授精前の卵を雄の数に従って均等に分け、それぞれ異なる雄の精子で授精させることが望ましい
- 親魚間の血縁関係が明らかな場合には、近縁な個体同士の授精は避けるべき(継代された親魚を用いざるを得ない状況では特に重要)

2. リスクへの対処

3) 遺伝的リスクの簡易チェック

親魚管理(遺伝的多様性の低下リスク)に関するチェックフロー



2. リスクへの対処

3) 遺伝的リスクの簡易チェック

放流体制(遺伝的攪乱のリスク)に関するチェックフロー

