

1. 研究の要約

本研究では、昨今の食品産地偽装の課題解決に向けて、食品の産地を外見データだけで判別することに取り組みました。具体的には、①魚(チダイ)の体長や鱗等のデータを計測し、②そのデータを用いて産地別の特徴を把握・モデル化することで、③チダイの産地(大分産、青森産)を判定できるかの検証、を行いました。

結果、チダイの外見から計測した8項目のデータから産地別の特徴をとらえるためには、単一の項目では特徴を捉えることができませんでしたが、項目を組み合わせることによって、大分産、青森産別の特徴を捉えることができました。

2. 研究の動機と目的

最近、父や弟が釣りに行き魚を持って帰ってきます。魚を調理するとき鱗をとっている様子を見て、魚のとれた場所によって体長とうろこの枚数・大小に何か特徴があるのではないかと思います。もし特徴があるのなら、産地判定をできるのではないかと、見た目の特徴なら画像で判断できるようになるのではないかと考えました。画像で食材を評価できるようになれば産地偽装などの課題に活用できるのではないかと思います。チダイのデータ(鱗や体長等)より産地別の特徴をとらえ、データのみで産地を判定することを目的に、この研究を行うことにしました。

3. 方法

以下進め方で研究を行った(図1)

3-1)魚の外見データの取得

○研究対象とする魚の決定

- ・できるだけ多くのデータを取得するため、鮮魚店・スーパーで加工されていない状態で購入できること
- ・季節を問わず年中購入できること
- ・あまり高額でない価格であること

⇒以上の点より、チダイを研究対象の魚として選びました。

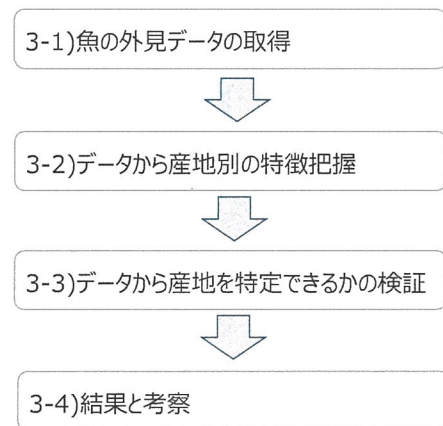


図1：本研究の流れ

○研究対象とした魚の入手

- ・富山産の1尾は自分で釣りました
- ・その他は全て、横浜駅地下街にある鮮魚店「魚力」で2022年11月から2023年12月までに店頭で、チダイと表記されている魚を購入しました。チダイは19尾購入しましたが、鱗が落ちている3尾はデータ対象外としました。

以上より、鱗等の情報が取得可能であった16尾より特徴データの把握に使用、1尾のチダイを判定検証の対象としました。

○データの計測

・次の①～⑧を定規で計測しました。(図2、図3)

- ①口から尾びれ先端までの体長
- ②背びれの棘条数(きょくじょう)(注：棘条とは、ひれのかたい筋)
- ③背びれの棘条数3列目の側線直上部にある鱗の縦の長さ
- ④背びれの棘条数3列目の側線直上部にある鱗の横の長さ
- ⑤上記③④を掛け合わせたものを鱗の大きさとしたもの
- ⑥鱗の数(背びれ棘条数3列目の背びれ～側線までにある鱗の数)
- ⑦鱗の数(背びれ棘条数3、5、7、9列目の背びれ～側線までにある鱗の数の総和)
- ⑧鱗の数(背びれ棘条数3、5、7、9、11列目の背びれ～側線までにある鱗の数の総和)

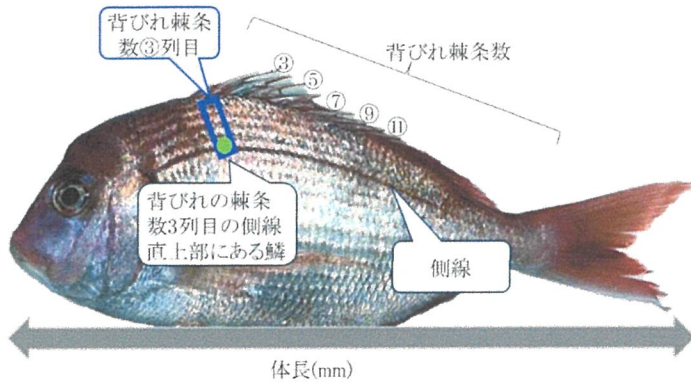


図2：魚(チダイ)の計測箇所

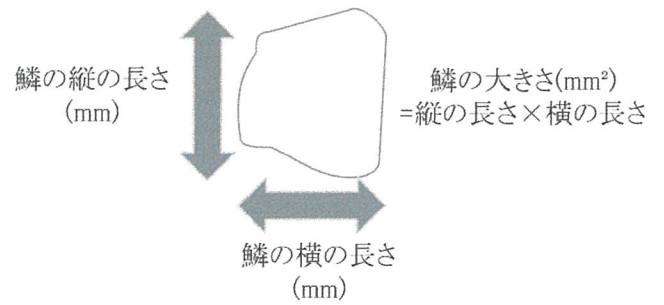


図3：鱗の計測箇所と大きさの定義

○産地情報の入手

・産地情報は、購入時に値札に記載されていたものを使用しました。

・以上の方法より、計測データ及び入手した産地情報をエクセルファイルにまとめました(表1)

No	産地	① 体長 (cm)	② 背びれの 棘条数	③ 鱗の縦の 長さ (mm)	④ 鱗の横の 長さ (mm)	⑤ 鱗の大き さ(縦の長 さ×横の 長さ)	背びれ棘条数X列目で背びれから 側線までの列にある鱗の数					鱗数の合計	
							⑥ 3列目	5列目	7列目	9列目	11列目	⑦ 3列目+5 列目+7列 目+9列目	⑧ 3列目+5 列目+7列 目+9列目 +11列目
1	大分	27.1	23	8	7	56	7	6	7	6	6	26	32
2	大分	26.4	21	8	6	48	6	6	6	6	5	24	29
3	青森	26.5	21	7	5	35	6	6	5	5	5	22	27
4	兵庫	32	23	12	6	72	6	6	5	5	5	22	27
5	青森	29.2	23	9	6	54	5	6	5	4	4	20	24
6	青森	25.3	22	6	5	30	6	6	5	5	4	22	26
7	青森	25.3	22	7	5	35	5	5	4	4	4	18	22
8	大分	24.3	22	8.5	4	34	6	5	5	5	6	21	27
9	大分	24.5	23	8	5.5	44	6	6	6	6	5	24	29
10	大分	22.8	22	7.5	6	45	5	6	5	5	5	21	26
11	大分	23.2	22	7	5.5	38.5	6	6	6	6	6	24	30
12	愛媛	29.5	22	7	7	49	7	7	7	7	7	28	35
13	愛媛	28	23	7	5.5	38.5	8	7	8	8	7	31	38
14	高知	29.5	22	10	7	70	6	5	5	5	5	21	26
15	大分	29.5	23	9	6	54	6	6	6	5	6	23	29
16	富山	22.8	23	6.5	5.5	35.75	6	6	6	5	5	23	28
17	大分	29.5	22	9	6	54	6	5	5	5	6	21	27

表1：計測したデータ、入手した産地情報の一覧

(No17 は後述の検証で使したチダイのデータですが、計測データの一つとして本表に追記しました)

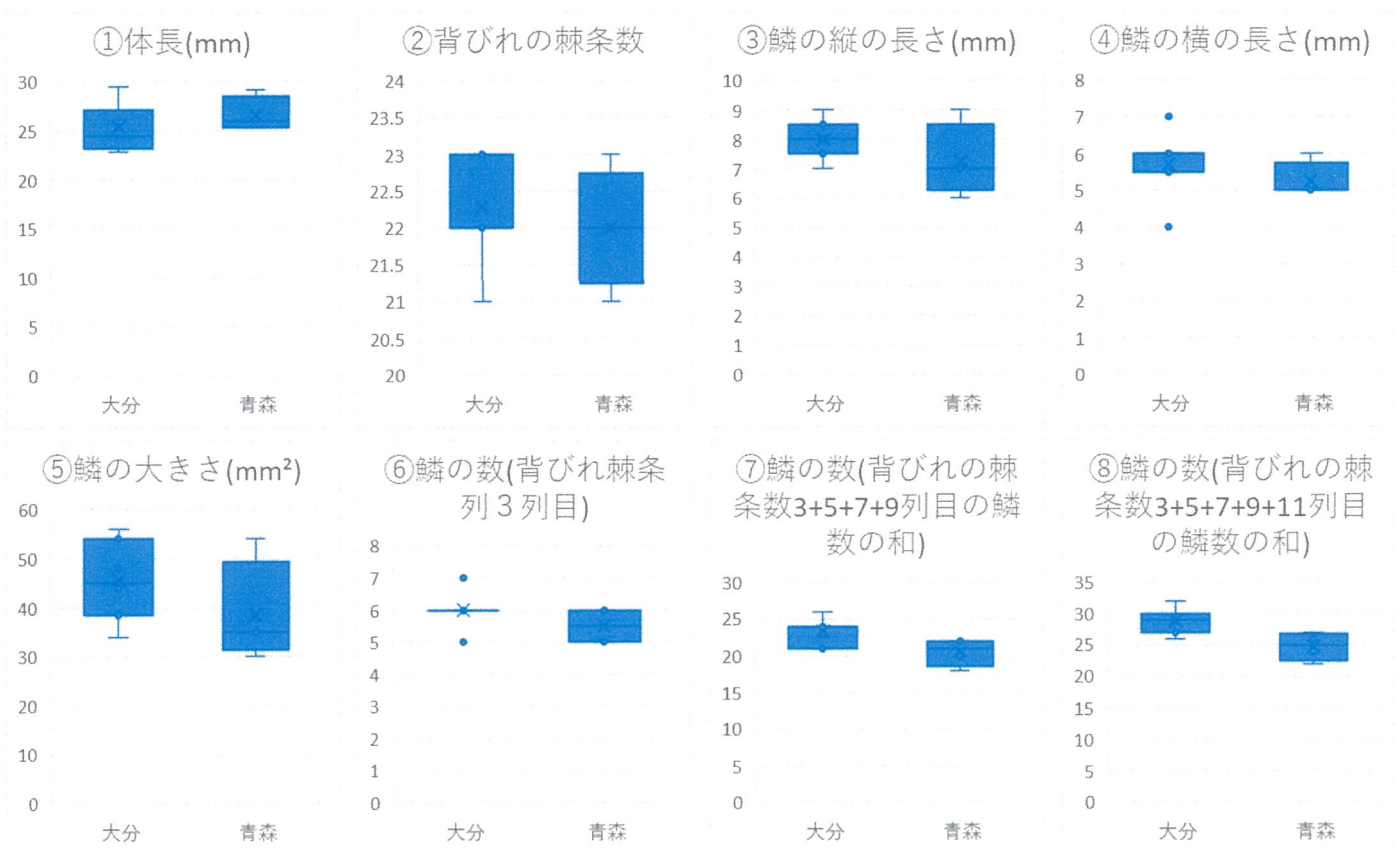
3-2) データから産地別の特徴把握

○本研究の目的は産地を判定することであり、産地別に特徴を把握する必要があります。同一産地で3尾以上の複数のデータが計測できたのは大分産7尾、青森産4尾、だけでした。従って、大分産と青森産のデータを使用し、本研究では大分産なのか青森産なのかを判定できるのかの検証にフォーカスしました。

○把握方法①：計測した8つのそれぞれの項目のデータより、箱ひげ図(グラフ群1)を用いて大分産、青森産のデータのばらつきを把握

- ①体長では、大分産、青森産ともばらついていない。青森産の方が比較的大きい
- ②背びれの棘条数では、青森産の方がデータがばらついている。大分産の方が比較的多い
- ③鱗の縦の長さでは、青森産の方がばらついている。大分産の方が比較的最長い
- ④鱗の横の長さでは、大分産、青森産ともばらついていない
- ⑤鱗の大きさでは、大分産、青森産ともばらついていない。大分産の方が比較的大きい
- ⑥鱗の数(棘条数3列目)では、大分産、青森産ともばらついていない
- ⑦鱗の数(3+5+7+9列目)では、大分産、青森産ともばらついていない。大分産の方が比較的多い
- ⑧鱗の数(3+5+7+9+11列目)では、大分産、青森産ともばらついていない。大分産の方が比較的多い

⇒結果、①～⑧の各項目で大分産と青森産ではわずかな差が見られましたが、データの四分位範囲が重なっており、大分産と青森産を判定することが難しい結果となりました。



グラフ群1：大分産、青森産チダイの8項目のばらつきをとらえるために用いた箱ひげ図

○把握方法②：8つの項目のデータより2項目を組み合わせた分布図(グラフ群2)より近似曲線を求め、大分産、青森産の傾向を把握

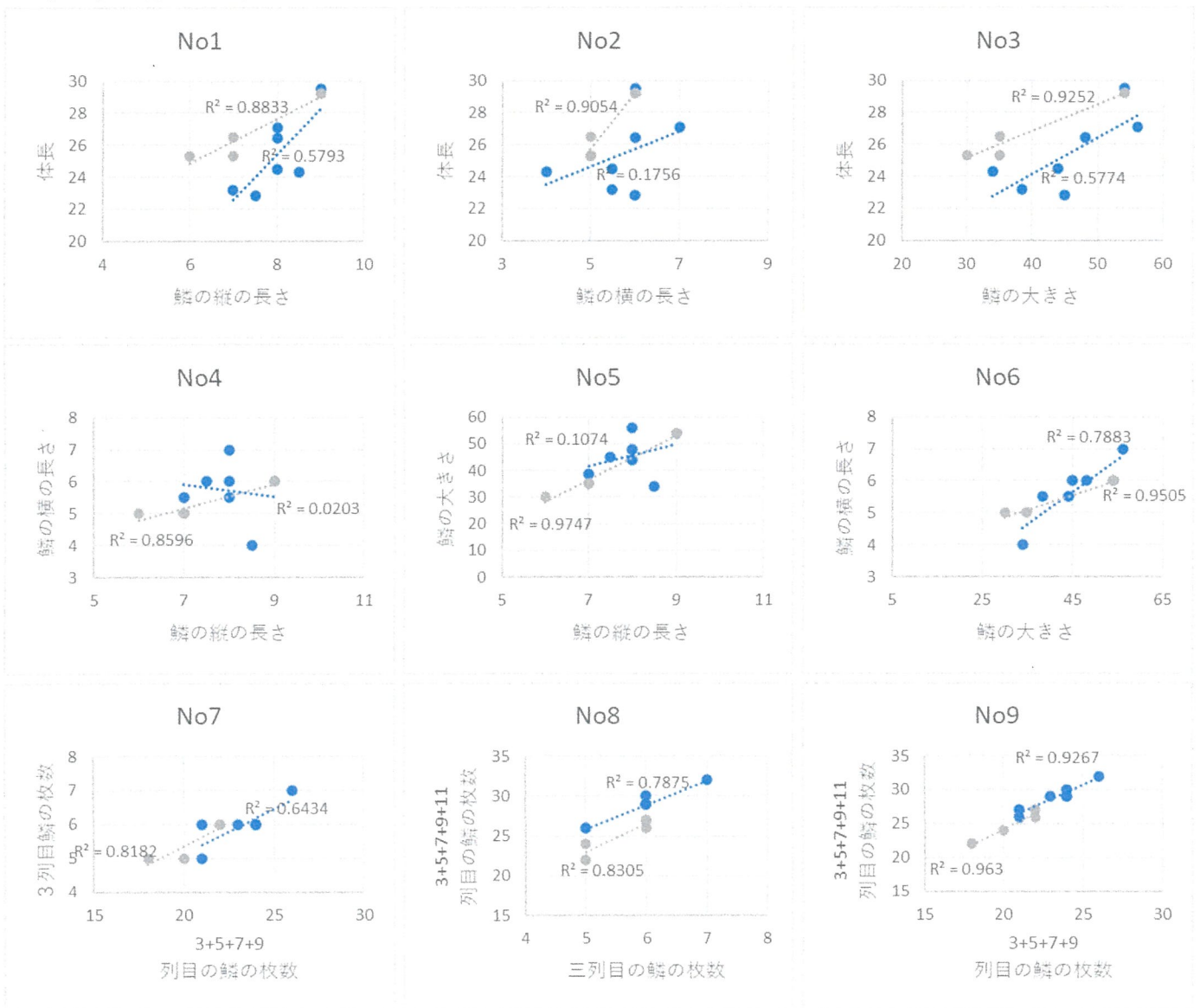
・まず、組み合わせの傾向を把握するため、その組み合わせには相関関係があるのかを確認しました。合計28通り(8×7÷2)の組み合わせの相関関係を調べました。なお、本研究では相関係数0.7以上1以下のものを相関関係があるとしました。

よって9通りの組み合わせで相関関係があるとわかりました(表2)。

No.	組み合わせ		相関係数	
	項目A	項目B	大分産	青森産
1	①体長	③鱗の縦の長さ	$R^2=0.5793$	$R^2=0.8833$
2	①体長	④鱗の横の長さ	$R^2=0.1756$	$R^2=0.9054$
3	①体長	⑤鱗の大きさ	$R^2=0.5774$	$R^2=0.9252$
4	③鱗の縦の長さ	④鱗の横の長さ	$R^2=0.0203$	$R^2=0.8596$
5	③鱗の縦の長さ	⑤鱗の大きさ	$R^2=0.1074$	$R^2=0.9747$
6	④鱗の横の長さ	⑤鱗の大きさ	$R^2=0.7883$	$R^2=0.9505$
7	⑥鱗の数	⑦鱗の数(3+5+7+9列目)	$R^2=0.6432$	$R^2=0.8182$
8	⑥鱗の数	⑧鱗の数(3+5+7+9+11列目)	$R^2=0.7875$	$R^2=0.8305$
9	⑦鱗の数(3+5+7+9列目)	⑧鱗の数(3+5+7+9+11列目)	$R^2=0.9267$	$R^2=0.963$

表2：相関がみられた組み合わせ(太字部分の数値)

・次に、産地別の特徴を捉えるため、相関関係が見られた組み合わせのデータの散布図をエクセル上で作成の上、近似曲線を加え、傾向を見える化しました。(グラフ群2)



●大分産チダイ ●青森産チダイ

グラフ群2：組み合わせデータの散布図と近似曲線で傾向を見える化

- ・グラフ群2で見える化した傾向からとらえた特徴
 - ・No1では、大分産、青森産とも鱗の縦の長さが長いほど、体長が大きい傾向にある。その傾向は大分産の方が大きい。
 - ・No2では、大分産、青森産とも鱗の横の長さが長いほど、体長が大きい傾向にある。その傾向は青森産の方が大きい。
 - ・No3では、大分産、青森産とも鱗の大きさが大きいほど、体長が大きい傾向にある。大分産、青森産とも似た傾向にある。
 - ・No4では、大分産では鱗の縦の長さが長いほど、鱗の横の長さは短い傾向にある。青森産では鱗の縦の長さが長いほど、鱗の横の長さも長い傾向にある。
 - ・No5では、大分産、青森産とも鱗の縦の長さが長いほど、鱗の大きさは大きい傾向にある。また傾向は青森産の方が大きい。
 - ・No6では、大分産、青森産とも鱗の大きさが大きいほど、鱗の横の長さは長い傾向にある。また傾向は大分産の方が大きい。
 - ・No7では、大分産、青森産とも3+5+7+9列目の鱗の枚数が多いほど、3列目の鱗の枚数は多い傾向にある。大分産、青森産とも似た傾向にある。
 - ・No8では、大分産、青森産とも3列目の鱗の枚数が多いほど、3+5+7+9+11列目の鱗の枚数も多い。また傾向は青森産の方がわずかに大きい。
 - ・No9では、大分産、青森産とも3+5+7+9列目の鱗の枚数が多いほど、3+5+7+9+11列目の鱗の枚数は多い傾向にある。大分産、青森産とも似た傾向にある。

⇒上記でとらえた特徴としては、グラフ群2のNo4グラフの大分の近似曲線を除いた全ての近似曲線で、組み合わせた2項目の間に、比例関係のような傾向が見られました。

3-3) データから産地を特定できるかの検証

○3-2) でとらえた特徴を判定基準にする

- ・この比例のような関係を、大分産、青森産の産地を判定する基準としました。なぜなら、比例関係ならば常に変化する量は一定なので、別の新しいデータを代入してもいつでも傾向は同じだと考えたからです。そのため、判定したい魚についても2項目の値を座標化し、代入すれば、その座標は大分産の近似曲線、青森産の近似曲線のどちらかにより近くなるはずだと考えました。つまり、新しいデータと大分産、青森産の近似曲線との距離を比較すれば、大分産か青森産かを判定できると考えました。
- ・具体的には、大分産の横軸の項目となっているデータの値、縦軸データの値は近似直線またはその付近に現れ、大分産と判定できるはずで、同様に、青森産の魚のデータの値も近似曲線付近に現れたら、青森産、と判定できると考え、この方法を使い産地を判定できるかを検証することにしました。

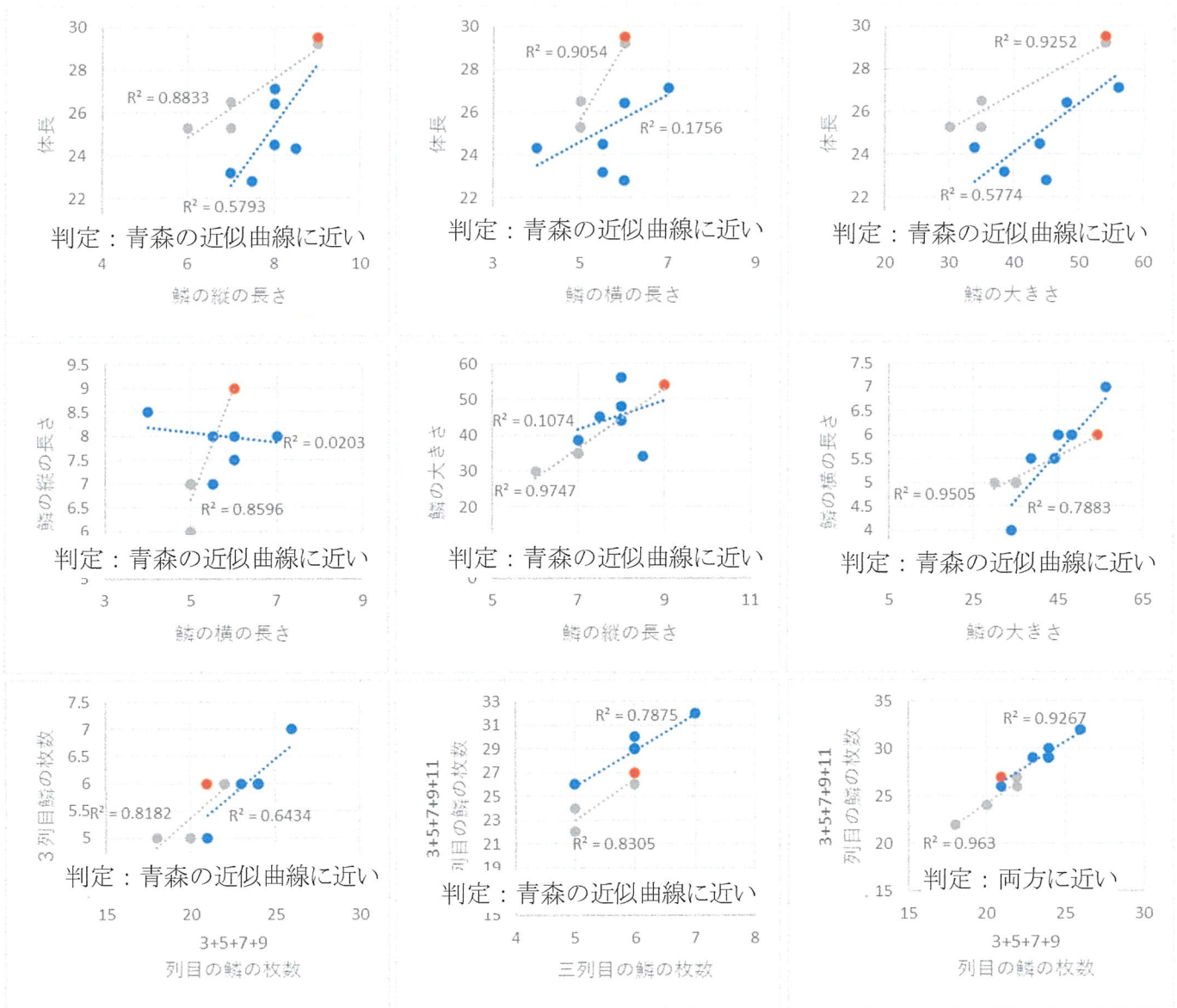
○実際に何尾かを新たに計測し、大分産か青森産かを判定した。そのうち1尾のみデータから外れてしまったので検証した。

- ・データから外れたチダイ (No17) の測定を行った。
(No17のチダイは、購入時に大分産と判明済なので本研究での判定方法が正しいか検証することが可能)

No	産地	① 体長 (cm)	② 背びれの 棘条数	③ 鱗の縦の 長さ (mm)	④ 鱗の横の 長さ (mm)	⑤ 鱗の大き さ(縦の長 さ×横の 長さ)	背びれ棘条数X列目で背びれから 側線までの列にある鱗の数					鱗数の合計	
							⑥ 3列目	5列目	7列目	9列目	11列目	⑦ 3列目+5 列目+7列 目+9列目	⑧ 3列目+5 列目+7列 目+9列目 +11列目
17	大分	29.5	22	9	6	54	6	5	5	5	6	21	27

表3：産地判定する対象のチダイ

- ・上記グラフ群2のグラフ上にNo17のチダイデータの座標を追記し、大分産、青森産のどちらの近似曲線に近いかを見て、産地を判定する。



グラフ群3：判定したい新規のデータと大分産 or 青森産のどちらの近似曲線に近いかの判定

判定結果：ほとんどの組み合わせのグラフで、判定したいNo17のチダイの座標は青森産の近似曲線に近かった。よって、この方法からは、No17のチダイは青森産であると判定する結果になりました。

4. 結果と考察

結果：No17の1尾のみ判定結果は青森産となったが、実際には大分産のチダイであるため、誤判定となってしまったが、その他のデータについては産地を正しく判定できた。

誤判定だったNo17のチダイについての考察：なぜ大分産である魚を青森産と誤判定してしまったのか？

例えば、判定したいNo17のチダイの体長が今まで測定した大分産の魚データの中で最長であったことや、鱗の大きさもまた最大であったため、私がこれまで計測し把握していた大分産の魚の特徴と違ってしまっていた。そのため、誤判定になってしまったと考えました。

新たなデータをもとに判定する際、これまでとは少し違う特徴の傾向を持つものがあつた場合、今回のように把握外の傾向となり、判定することができない。この判定方法を用いるならば、母集団を増やし、より多くの傾向を把握する必要があると実感しました。

5. 結論と今後の課題及び感想

5-1) 結論

結論①チダイの外見から計測した8項目のデータから産地別の特徴をとらえるためには、単一の項目では特徴を捉えることができなかったが、項目を組み合わせることによって、大分産、青森産別の特徴を捉えることができた(表2)。

結論②とらえた特徴を用いて判定(大分産 or 青森産)の検証を行ったところ、ほとんどは正しく判定することができたが、1尾のみ判定した結果と実際の産地がことなり、判定することに失敗した。

5-2) 今後の課題

誤判定の原因としては、取得したデータ数が少なかったことが原因であると考えられました。より多くのデータを取得し、母集団を増やすことでより精度の高い判定方法とすることができると思いました。また、相関関係を確認するにあたって、大分産に比べ青森産がとても少なかったためか、青森産のチダイにおける2項目の組み合わせの相関関係がとてもあるように示されてしまいました。より多くのデータを取得することで、データが分散し、相関関係が表われにくくなると思います。より正確な相関関係を確認するのにデータをもっと多く取得する必要があります。データをより多く取得し、判定精度を高くすることが今後の課題だと感じました。今回の方法では、魚の外見データを実際に測定していたので、非常に時間がかかりました。外見データの測定では、画像認識等の技術を使うことができればより効率的に多くのデータを取得することができると考えました。今後はどのようにすれば多くのデータを効率的に取得できるかにも工夫をこらしたいです。

5-3) 苦労した点、工夫した点

データ取得のためたくさん魚を購入し食べる必要があつたので、サイズが小さく、価格が手ごろなチダイを選んだのですが、対象としたチダイが常に鮮魚店やスーパーでいつも販売されているわけではなかつたので、データ数を思ったように取得することができず苦労しました。また、魚のデータを計測するために魚を毎回購入していたので、そのたびにチダイを食べる必要があつました。最初はおいしく頂いていたのですが、最後は飽きるほどでした。

5-4) 感想

今回の研究を通して、鱗が魚(チダイ)の生息環境を示すきっかけとなっていることに気が付き、驚きました。普段食するときやさばくときなどに、邪魔にさえ思っていたからです。鱗の枚数など、数えたこともありましたが、数えたり画像認識のみで産地を判定できるのならばとても画期的なのではないかとワクワクしました。チダイだけでなくほかの種の魚なども、外見のデータから何か新しい発見もあると思います。データを取得することが新しい発見につながるのだと思いました。

ちなみにこれらのチダイの特徴が本当にそう言えるのかを調べるために、富山県栽培漁業センターでお話を伺ったところ、魚の鱗の大きさ、枚数は稚魚の時期の成長スピードによって決まるのだと伺いました。例えば稚魚の時に、ゆっくりと成長していた魚の場合、鱗は大きく、枚数が多くなることがわかりました。つまり、大分産の魚は青森産の魚に比べて稚魚の時に成長するスピードが遅かったのだと考えられます。よって、今回の研究でデータから把握した特徴は正しかったのだと気づくことができ、実際に生物について詳しくなくてもデータから特徴を把握することができるとわかり、とても驚き、感動しました。

参考にした文献

- 1) 鱗の博物誌、田畑純、他、グラフィック社、2020/10/08
- 2) 魚鱗の構造、形成と鱗相分析、福若雅章、2017、