

The 17th Japan International Seafood & Technology Expo

シーフードを際立たせる魚色の管理
Color Protecting Technology in Seafood

Aug 20th 2015

公益社団法人日本技術士会 水産部会
杉本昌明(杉本技術士事務所)

Sugimoto, Masaaki (Professional Engineer, Japan)
sugimoto_fish@yahoo.co.jp

シーフードを際立たせる魚色の管理

1. 体表や鱗の色

- ・メラニン (青魚の背の黒色/かに黒変)
- ・グアニン (魚の腹の銀白色)
- ・カロティノイド (エビカニの甲殻・肉表面)
- ・カロティノイド (キンメ体表の赤色)
- ・カロティノイド (ブリ側線の黄色)
- ・オモクローム (イカ・タコ体表の色素胞)

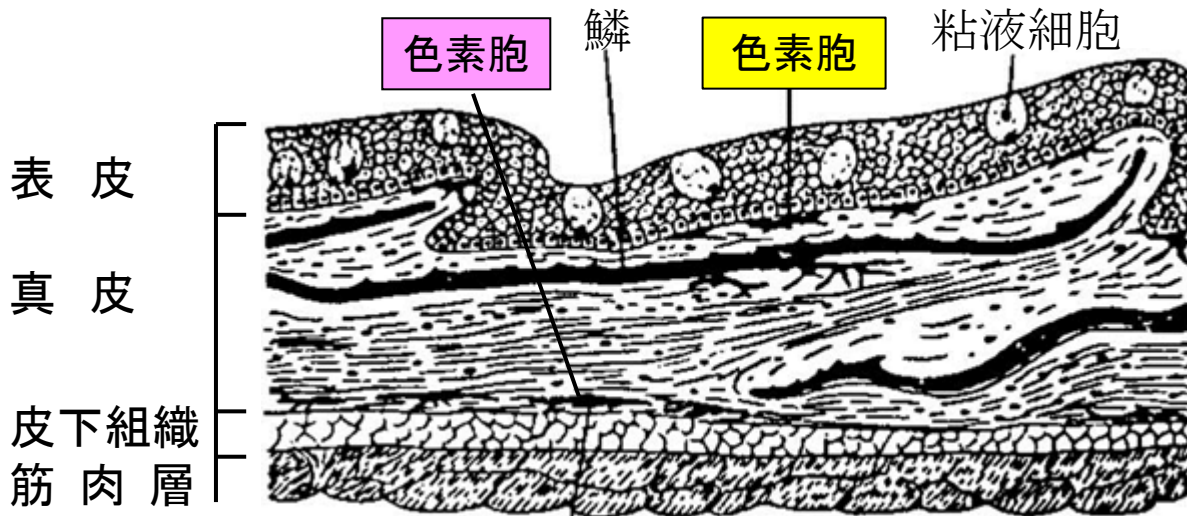
2. 血液や肉の色

- ・ヘモグロビン (魚の赤い血色素/うっ血)
- ・ヘモシアニン (甲殻・軟体類の青い血色素)
- ・ミオグロビン (魚肉の赤い色素タンパク質)
- ・カロティノイド (サケの赤い肉色)
- ・メラノイジン (イカやホタテの褐変)

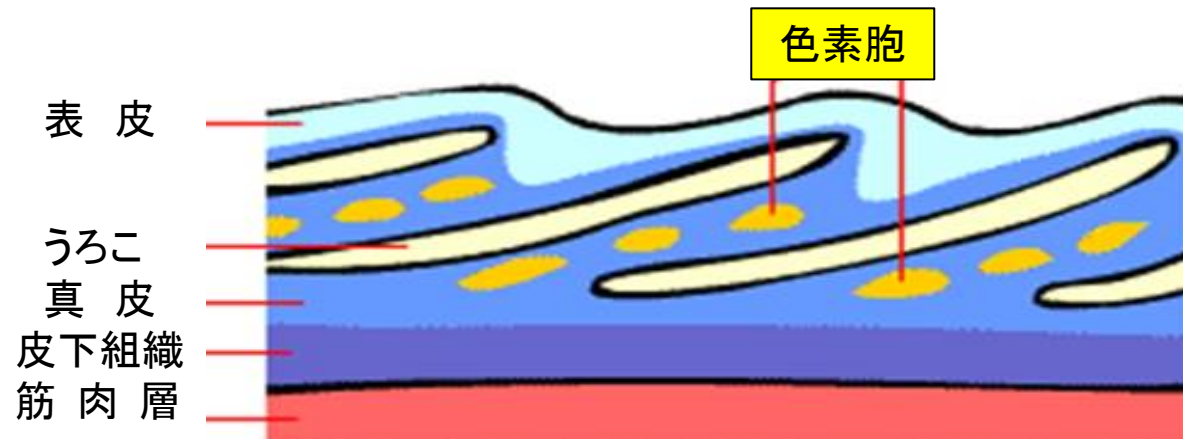


魚の体表の色

魚類の皮膚構造



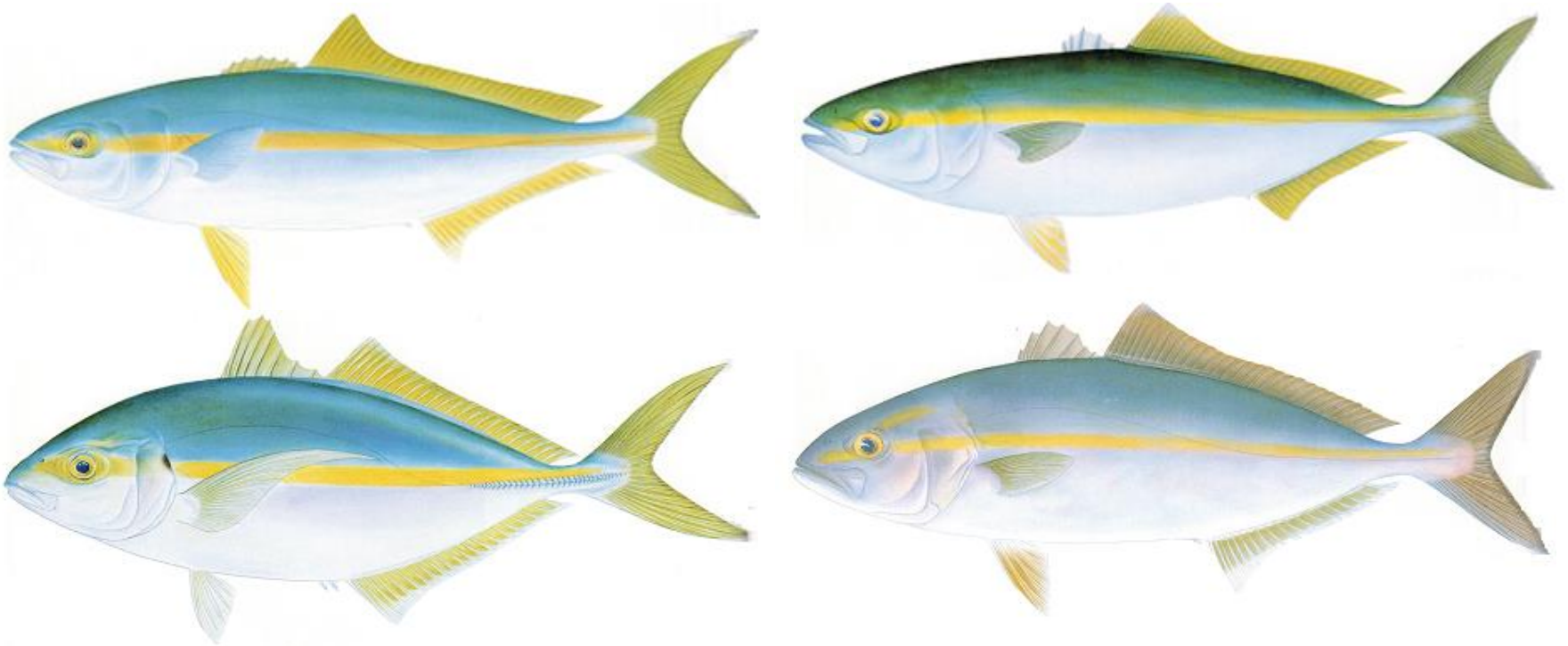
黒色色素胞:メラニン
黄色色素胞:ルテイン
虹胞:アスタキサンチン
:グアニン
(鱗の裏側にグアニンが
密にあると銀白色)



アジの刺身などでは、
鱗を落とし、表皮を引
けば、特に、腹側の
銀色が残る。

魚の体表の色

ブリ属3種とシマアジ属1種 「魚大全」講談社



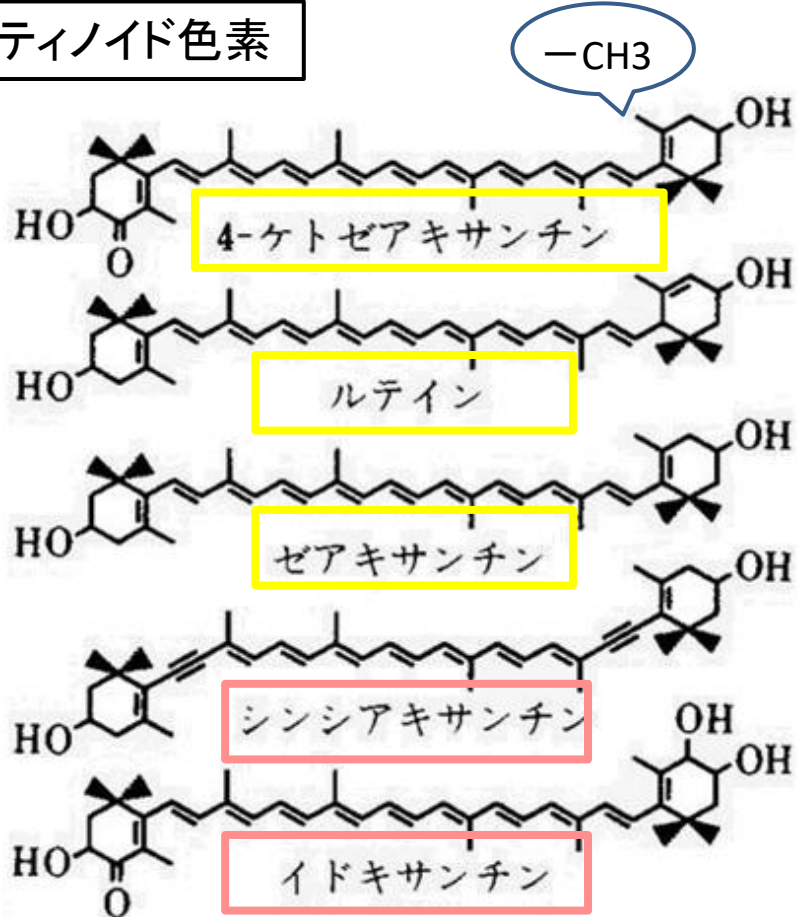
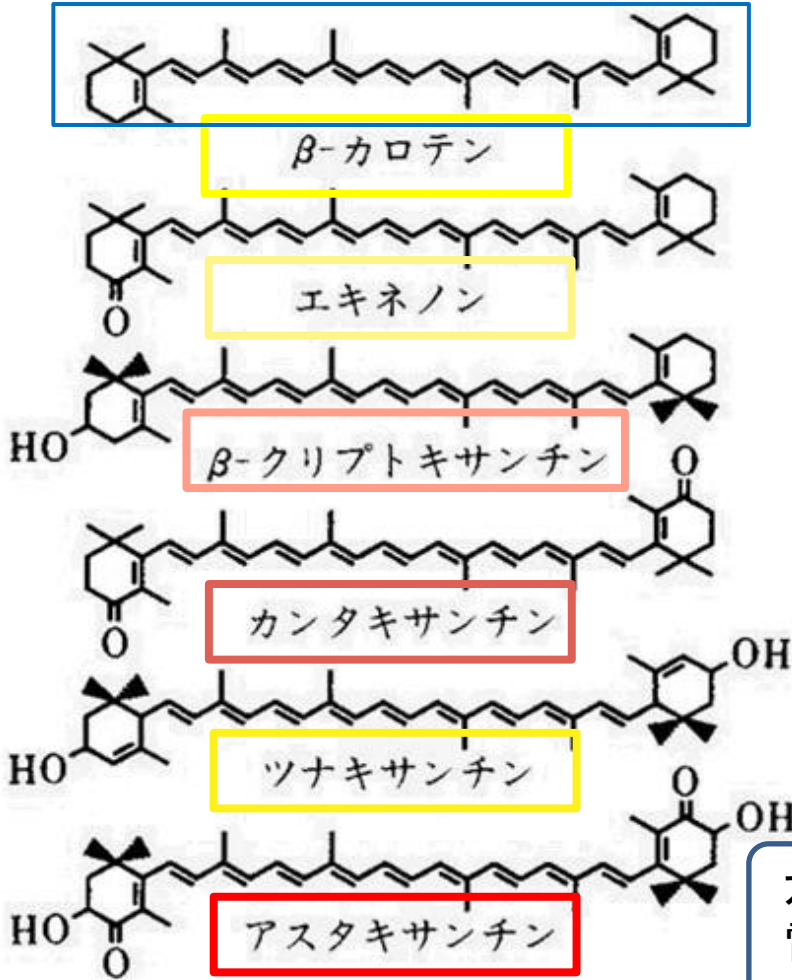
形や色で見分けられるかな、チャレンジ！

もちろん黄色い側線はカロティノイド色素

魚の体表の色

美麗で多様なカロティノイド色素

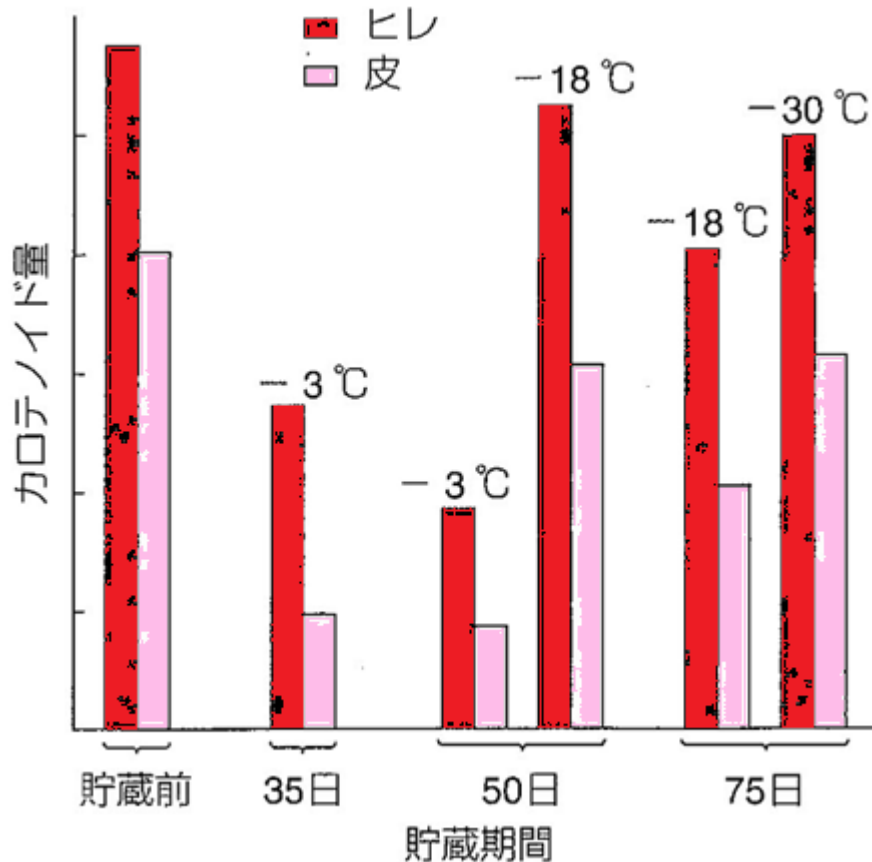
$C_{40}H_{56}$
基本構造



カロティノイドは多数の共役二重結合をもち、電子状態の変化に伴い吸収波長が移動し色調変化しやすい。容易に空気酸化する。

魚の体表の色

赤色魚(ホウボウ科カナド)の退色 佃 1972



退色(酸化)防止法

- 酸化防止剤(カテキン、エリソルビン酸Na、クエン酸)
- グレーズかけ(増粘剤入り)
- 遮光
- -25°C 以下保管

魚の体表の色

鮮魚を凍らせると青緑色が失せ、黒色になる



サンマ
マアジ

生(緑)
冷凍(青)

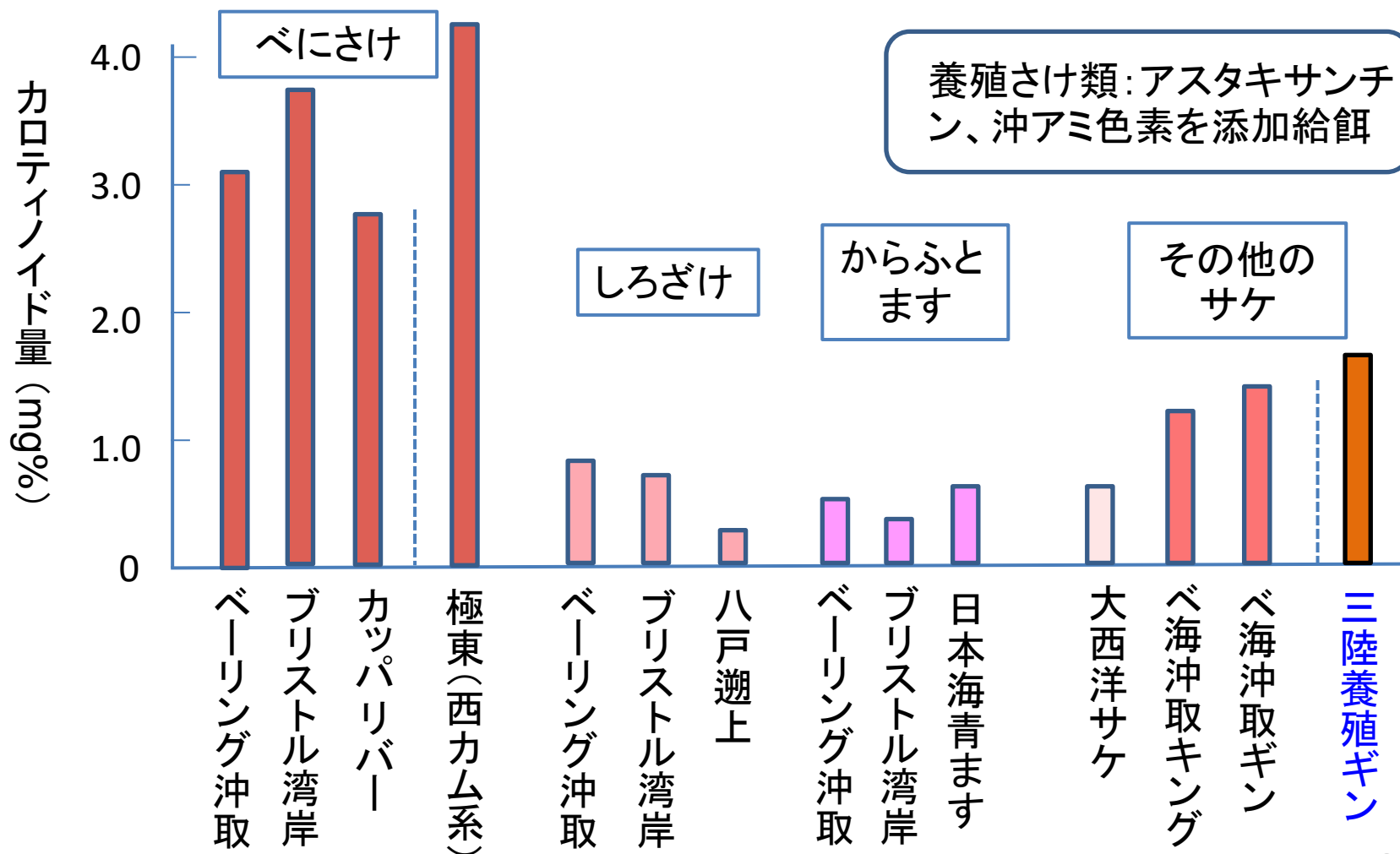


凍結により
体表の層構
造が変化

冷却保存
法の改善
により、青
緑色の保
存が可能

体表の色、肉の色

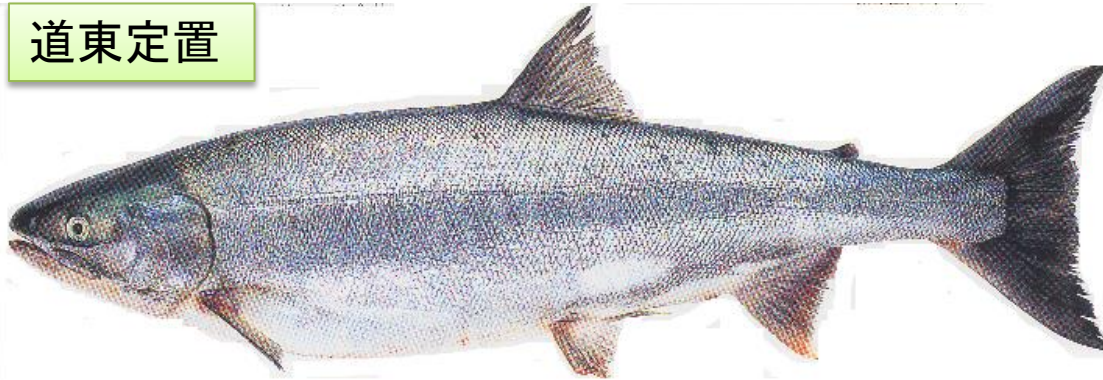
サケの種類と肉中の色素量 nissui 1983



体表の色、肉の色

シロサケ体色の変化(婚姻色 ♂)

道東定置



脂肪10.6% カロティノイド0.7mg%



八戸遡上前

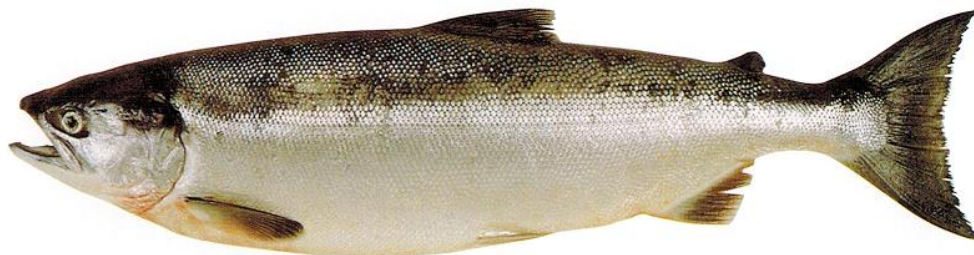


脂肪2.9% カロティノイド0.2mg%



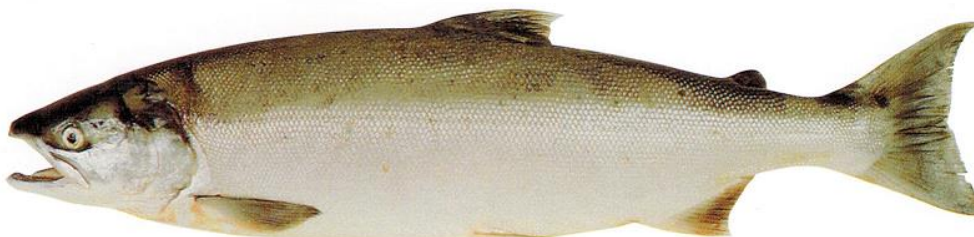
体表の色、肉の色

ベニザケ体色の変化(婚姻色 ♂) ASMI



Greenish blue back
Silver belly

・シルバーブライト



Greenish gray back
'buna' colored belly

・セミブライト



Reddish back
Striped belly

・ダーク

塩サケ肉色の退色

塩サケ(冷凍)に加工すると退色(酸化)しやすい



紅サケに比べ、カラフトマスやシロサケは色素量も少ないこともあり退色が目立つ。塩サケ(食塩6%)を冷凍すると、 -18°C 保管では未凍結水が20%もあり、化学反応しやすい状況になるので、 -30°C 以下で保存する。また、酸化防止剤BHAも有効。

エビ・カニの殻や肉表面の色

アスタキサンチン(カロティノイド)を含んでいるが



ズワイガニ ゆでると真っ赤に発色する、
なぜ？

エビ・カニの殻や肉表面の色

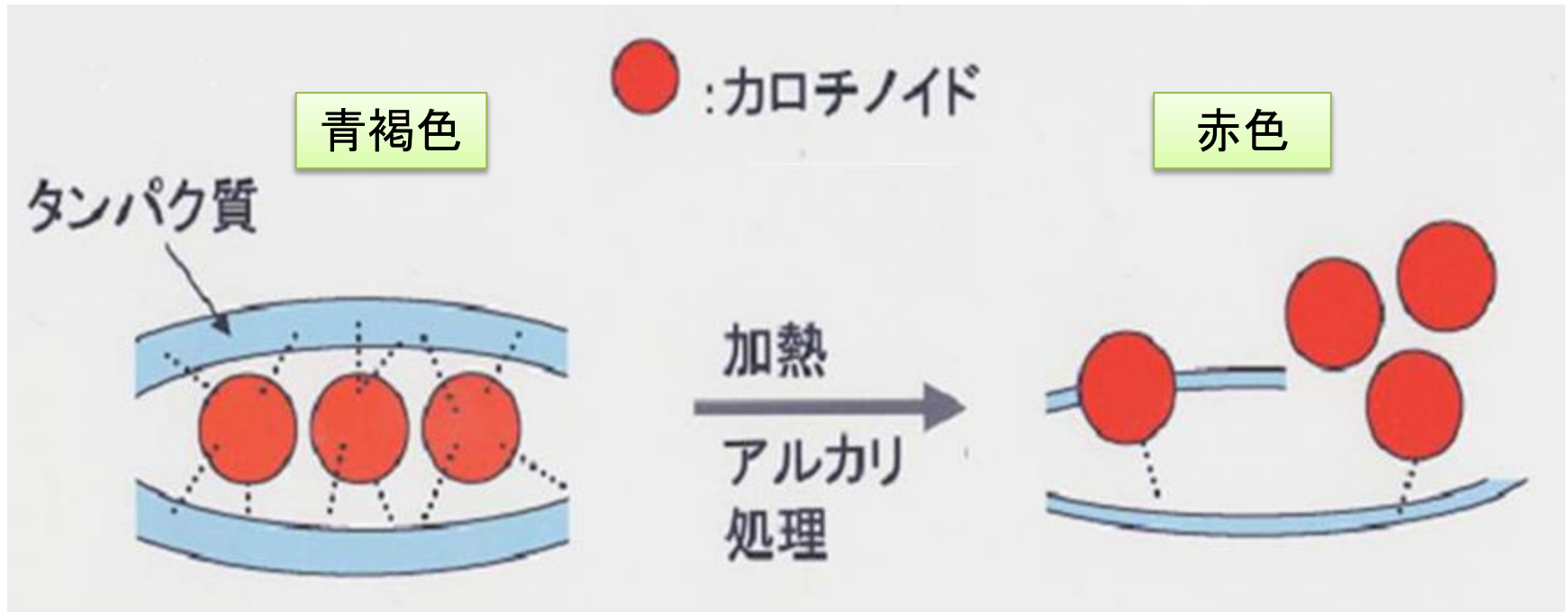
アスタキサンチン(カロティノイド)を含んで赤い



エビも同じ！

エビ・カニの殻や肉表面の色

ゆでるとタンパク質と結合していたカロチノイドが遊離して、赤色になる。



カロティノプロテイン

加熱

アスタキサンチンが遊離

エビ・カニの殻の黒変

鮮度低下とともにチロシンを含む体液が漏れ、やがてメラニンが生成する



北海道産甘エビの黒変防止 北水試だより83(2011)

処理法	浸漬 添加(%)	時間(分)	乾燥防止 処理	頭部 黒変率(%)
無処理			無	72.8
亜硫酸水素Na	浸漬 0.5	10	有	13.2
アスコルビン酸Na	蓄養 0.2	960	有	16.9
〃	浸漬 10	1	有	17.0

エビ・カニの殻の黒変

メラニンの生合成

チロシン(アミノ酸)



ドーパ



ドーパキノン



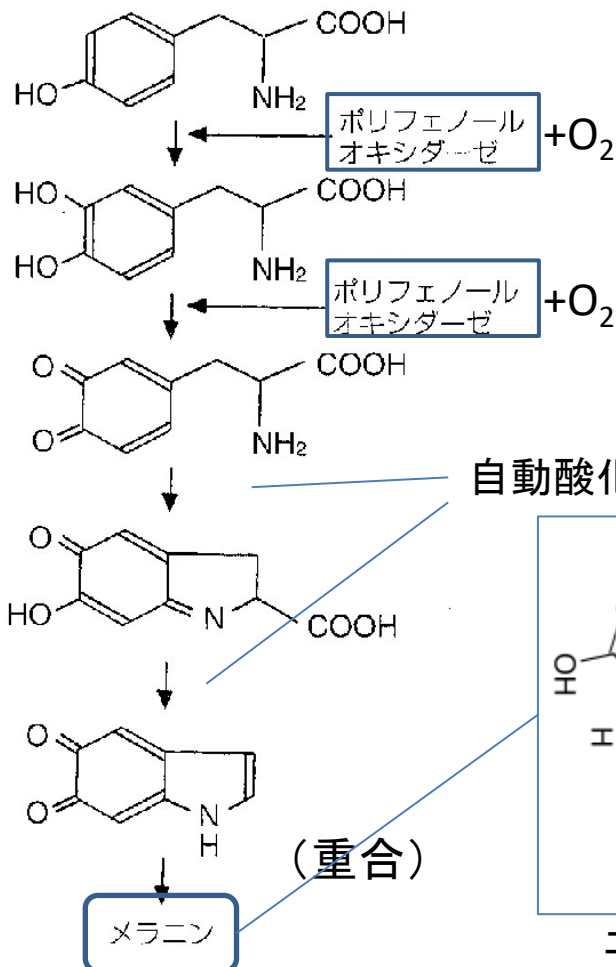
ドーパクローム



インドールキノン

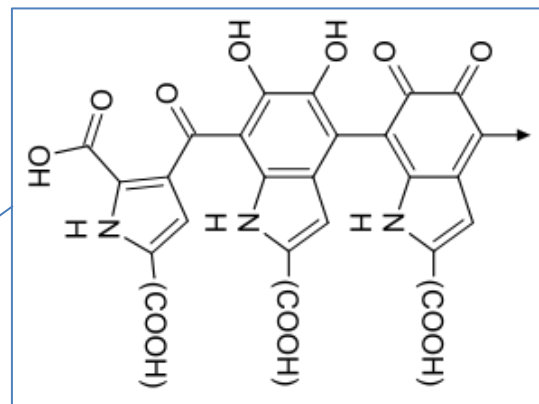


エウメラニン



甲殻類にはチロシンが多いわけではない。開放血管系を持つため傷害部から体液が漏れやすいため黒変しやすい。

- ・外殻/関節部に傷つけない
- ・水洗する
- ・黒変防止剤(NaHSO₃)使用
- ・真空包装



エウメラニン構造の一部

養殖マダイの日焼け

メラニンの生成

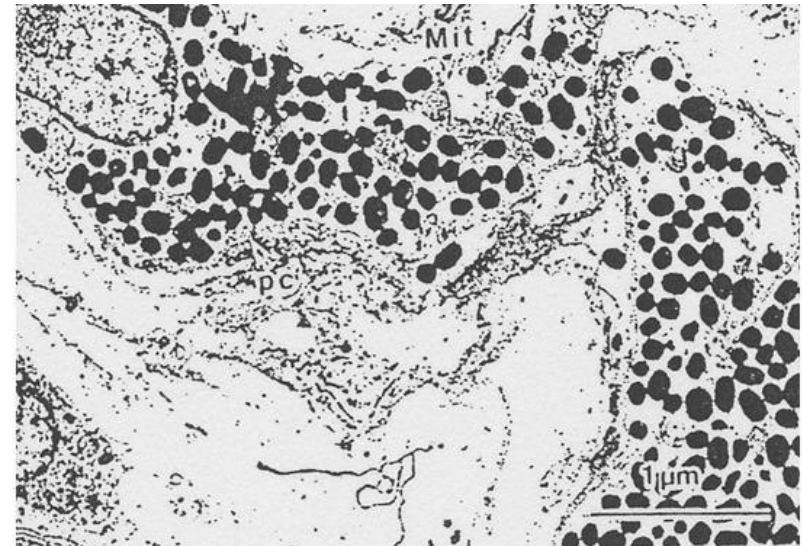
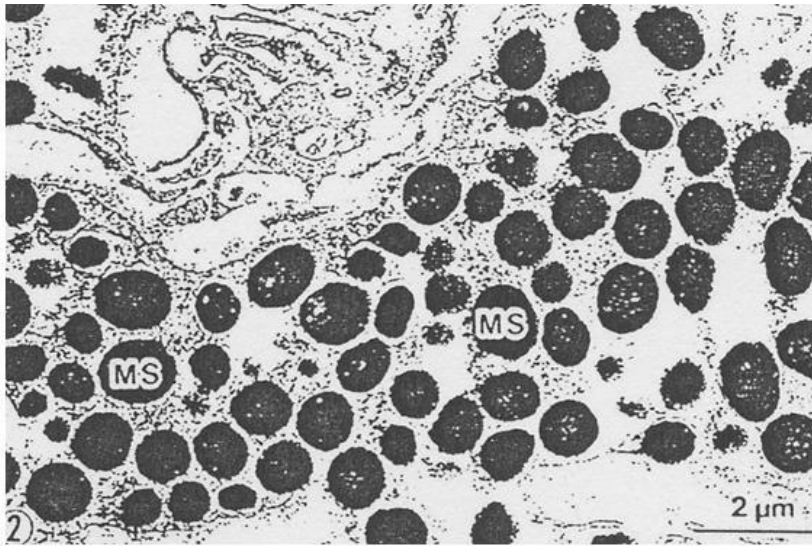


10mMKCl液に30分浸漬すると、黒色胞は凝集、赤色胞は拡散して黒ずみ解消。山中2001

本来マダイは中層に生息するが、太陽光が射し込む浅い養殖池で飼育すると人並みに日焼けする。

養殖マダイの日焼け

メラニンの生成 九州大学 北島



背肉血管周辺に沈着したmelanosome

背鰭に沈着したmelanosome

遮光幕や沈下式養殖などにより日焼け防止

エビ殻の白斑

乾燥によるCa結晶の析出

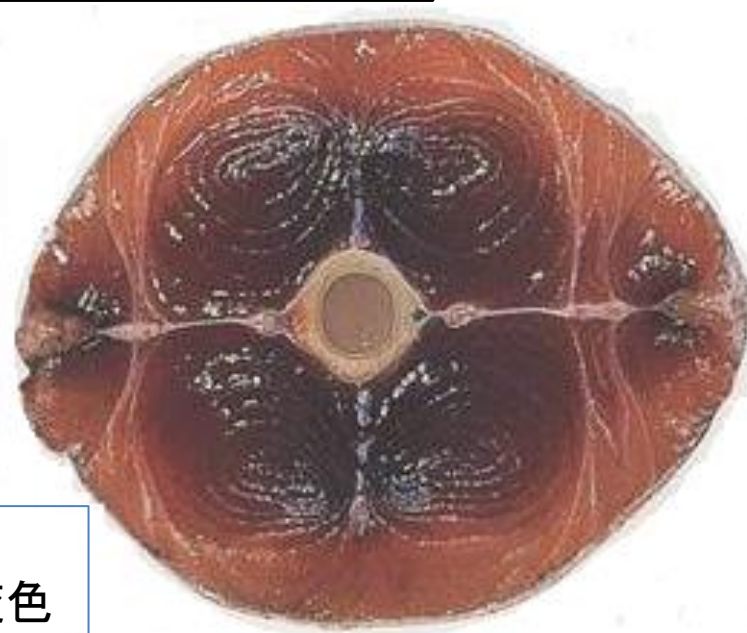
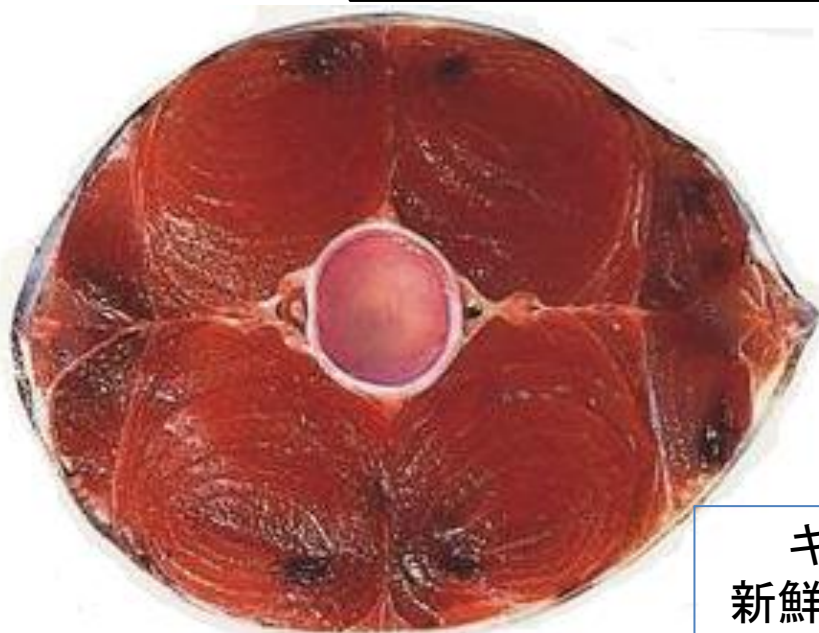
ホッコク赤えび 殻の白化防止 北水試だより83(2011)



- ①海水で濡らしたペーパータオルやスポンジシートでエビを覆い乾燥防止する。
- ② -3°C 以下に凍ると結晶化するので、 $0\sim 3^{\circ}\text{C}$ で輸送保管する。

色素タンパク質ミオグロビンの褐変

マグロやカツオの赤色水溶性タンパク質の変色



キハダ
新鮮 変色

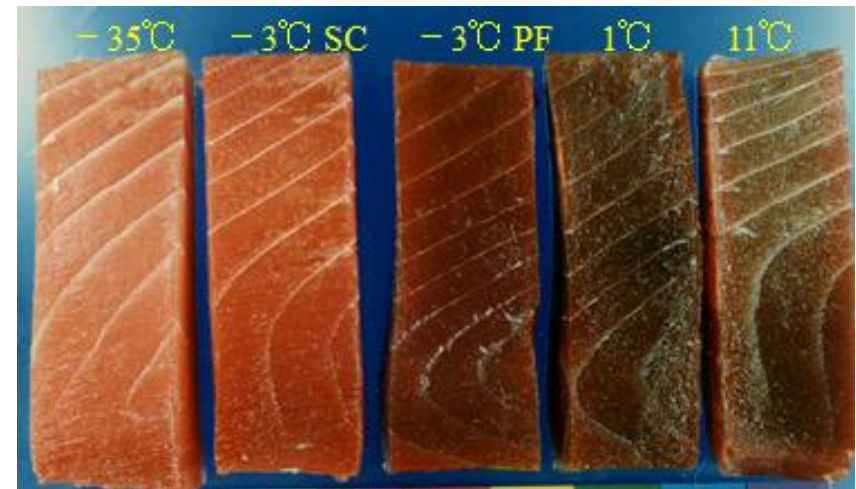
ミオグロビン 筋肉色素 高速遊泳魚に多い(馬・鯨にも) 酸化して褐変する
ヘモグロビン 血液色素 酸素の運搬体(肺→毛細血管Hb、毛血管→筋肉はMb)

ヘモシアニン 甲殻類の血色素(薄い青色)→生ズワイ、カニ缶のブルーミート

赤身の魚や血合い肉にはミオグロビンが多く、白身魚には少ない。

色素タンパク質ミオグロビンの褐変

魚類血合肉やマグロ肉ミオグロビンの変色



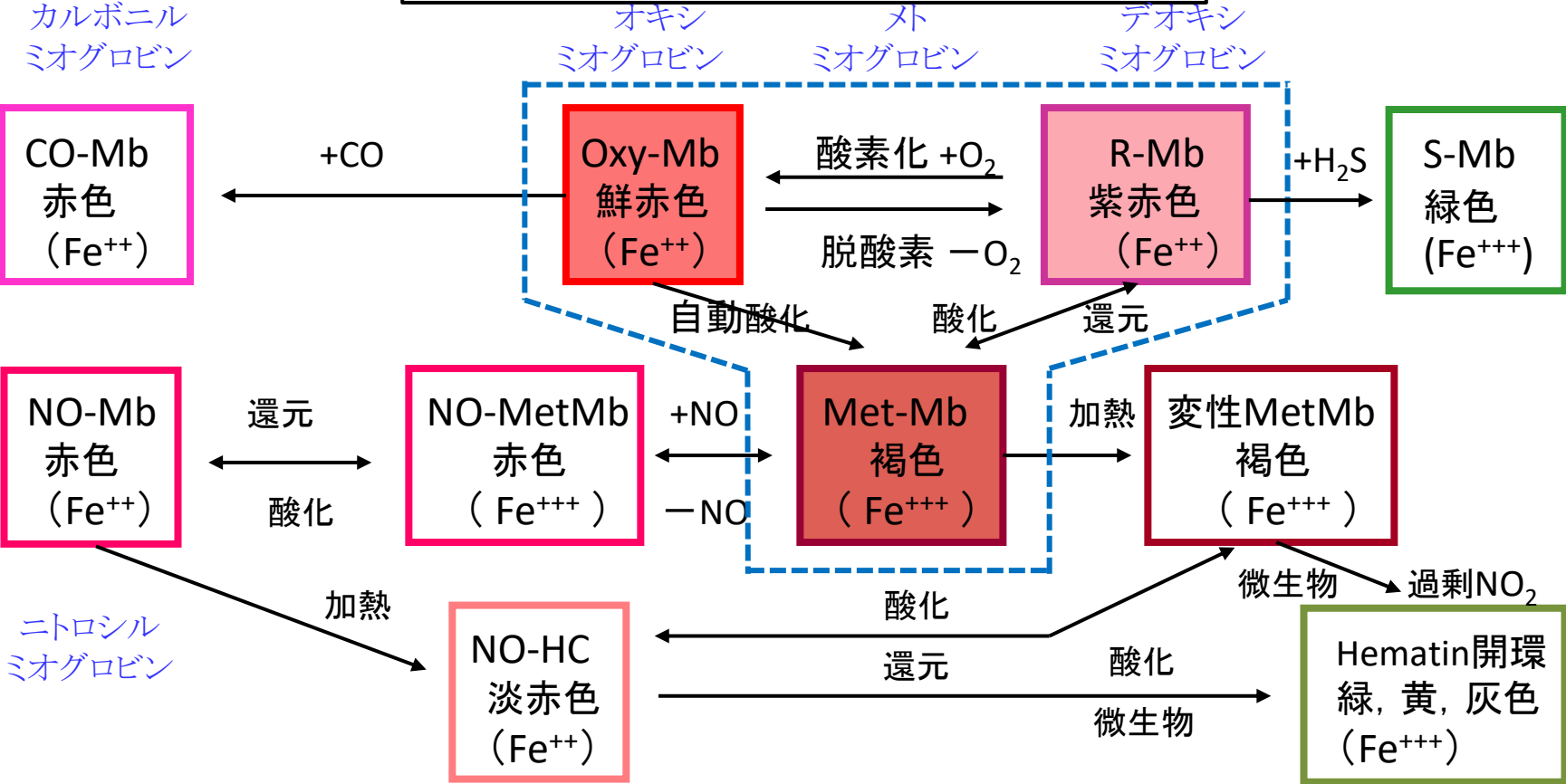
メバチマグロ保管中の変色 7日間 (1986)

メト化は-4~-7°Cで進行しやすい。刺身用カツオ・マグロは-40°C以下で保存する。

鮮魚は凍らないギリギリの温度で保管すると、血合い肉や赤身の褐変が遅れる。

色素タンパク質ミオグロビンの褐変

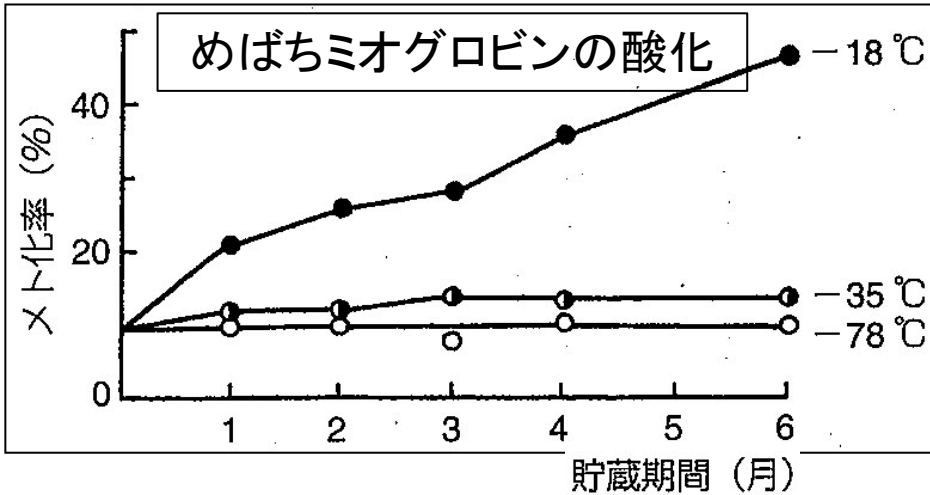
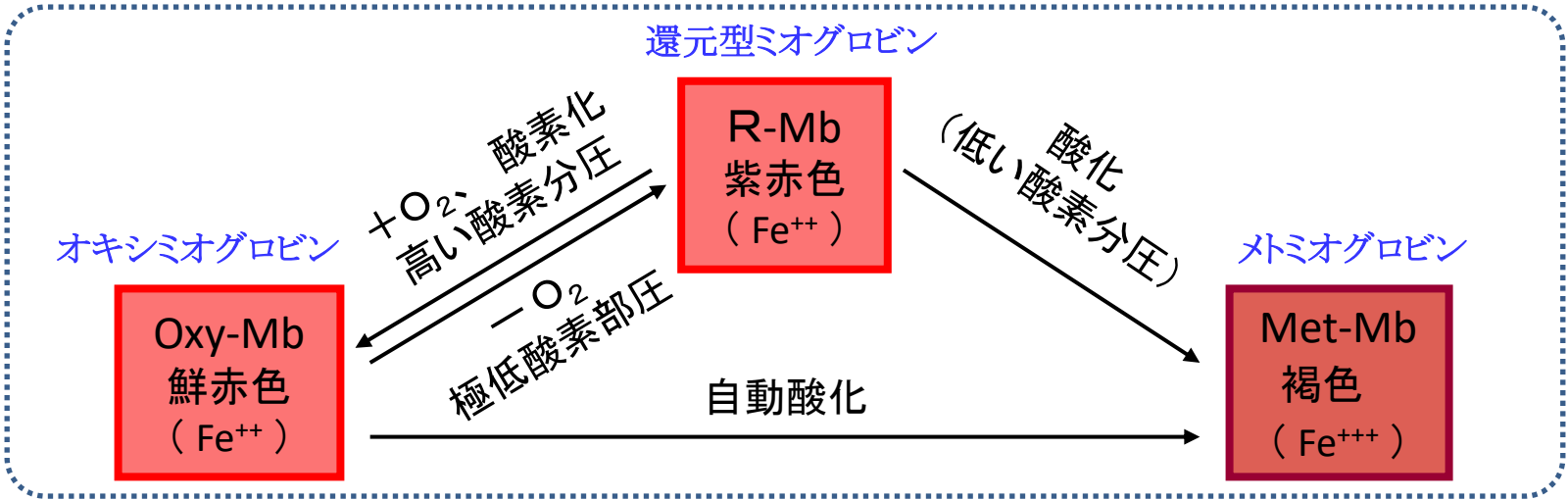
ミオグロビンの変色のスキーム 高坂 1982



血色素ヘモグロビンもミオグロビンと同様の色調変化を示す。

色素タンパク質ミオグロビンの褐変

ミオグロビンの変色



半年程度なら-35°Cでもよいが、長期の保管になると、-55~-60°C保管が必要。温度変動をも考慮して、より低温に保管している。

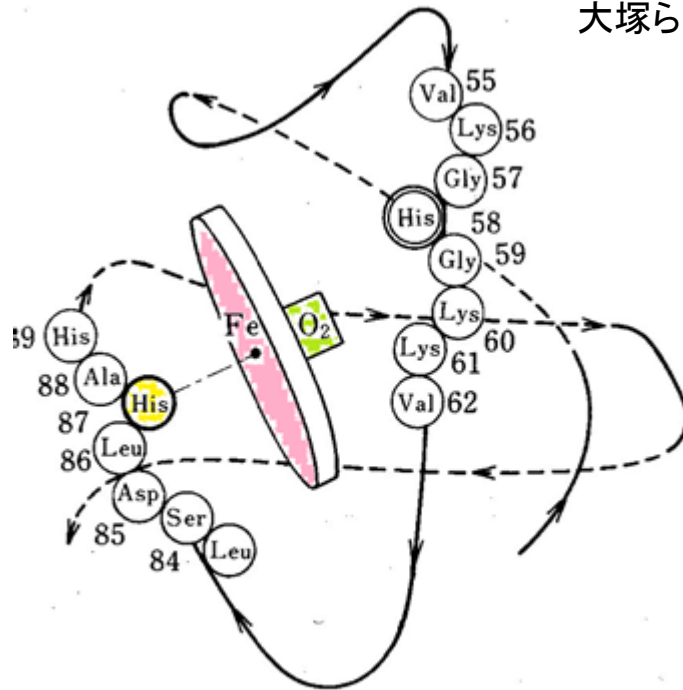
血色素ヘモグロビン

ヘモグロビン(紫赤)

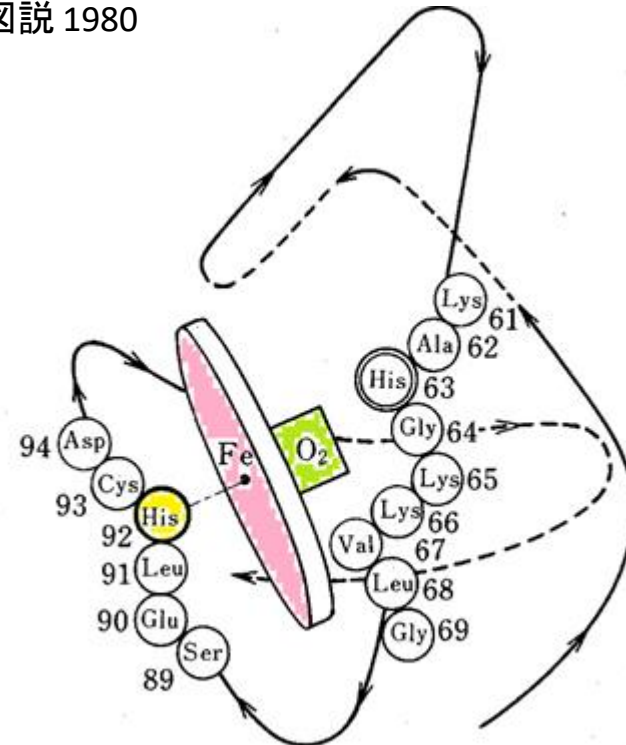
↔

オキシヘモグロビン(鮮赤)

大塚ら 生物学図説 1980



(A) α 鎖



(B) β 鎖

ヘム鉄に酸素(緑)が結合するとヒスチジン(黄色)が鉄ポルフィリン(桃)に引き寄せられ立体構造が変化し、暗赤色から鮮紅色に変色する。

血色素へモグロビン

生鮮ヒラメの脱血効果 北水試だより79(2009)



イカ・タコ類の表皮

イカ・タコ表皮の加熱による変色 写真: 食材魚貝大百科 平凡社



生きたタコの表皮の色変化は、黒紫・赤褐色・黄色の3種からなる色素胞(オモクローム)の動きによって生ずる。

ゆでだこ

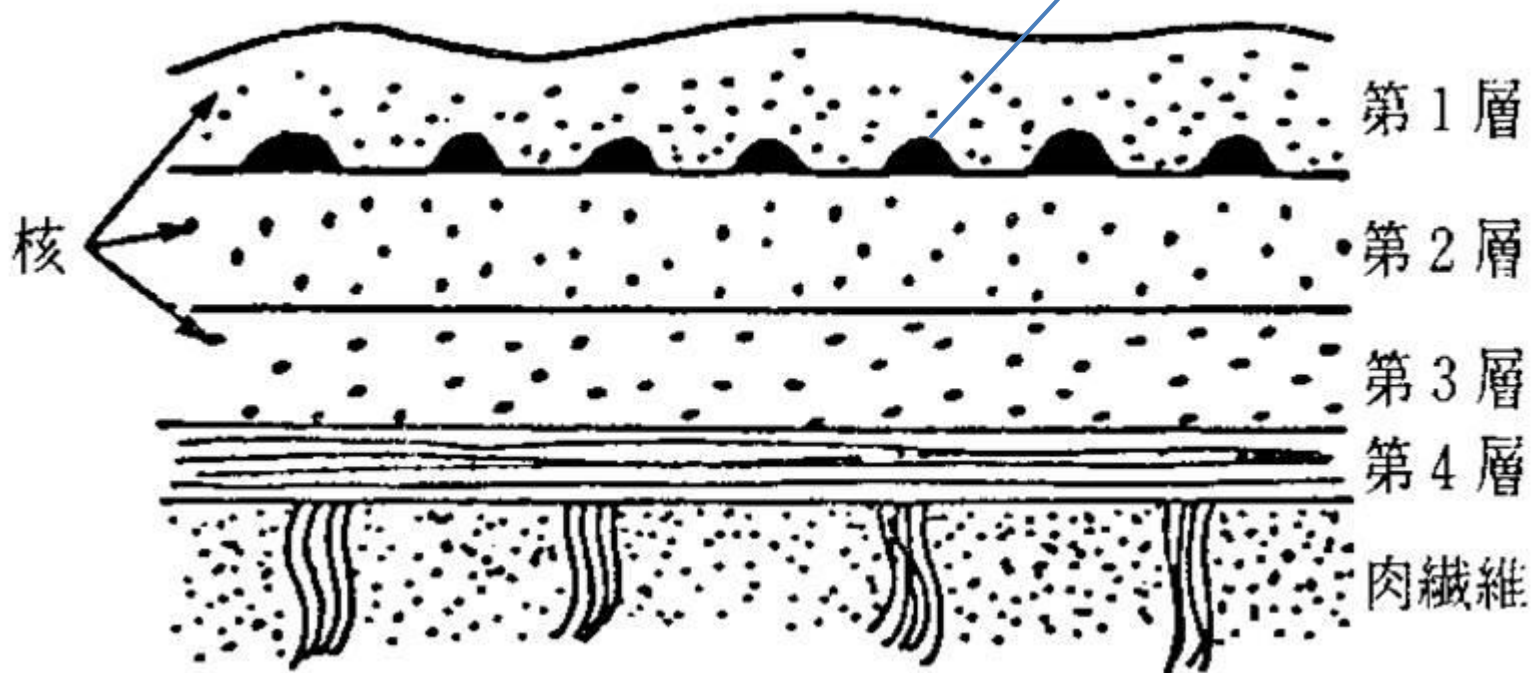
マダコに比べミズダコは色素胞の発達が弱く、茹でても真っ赤に仕上がらない。

イカ・タコ類の表皮

スルメイカ胴部の表皮構造

イカの皮は、第1,2層を剥くと白い肉が得られる

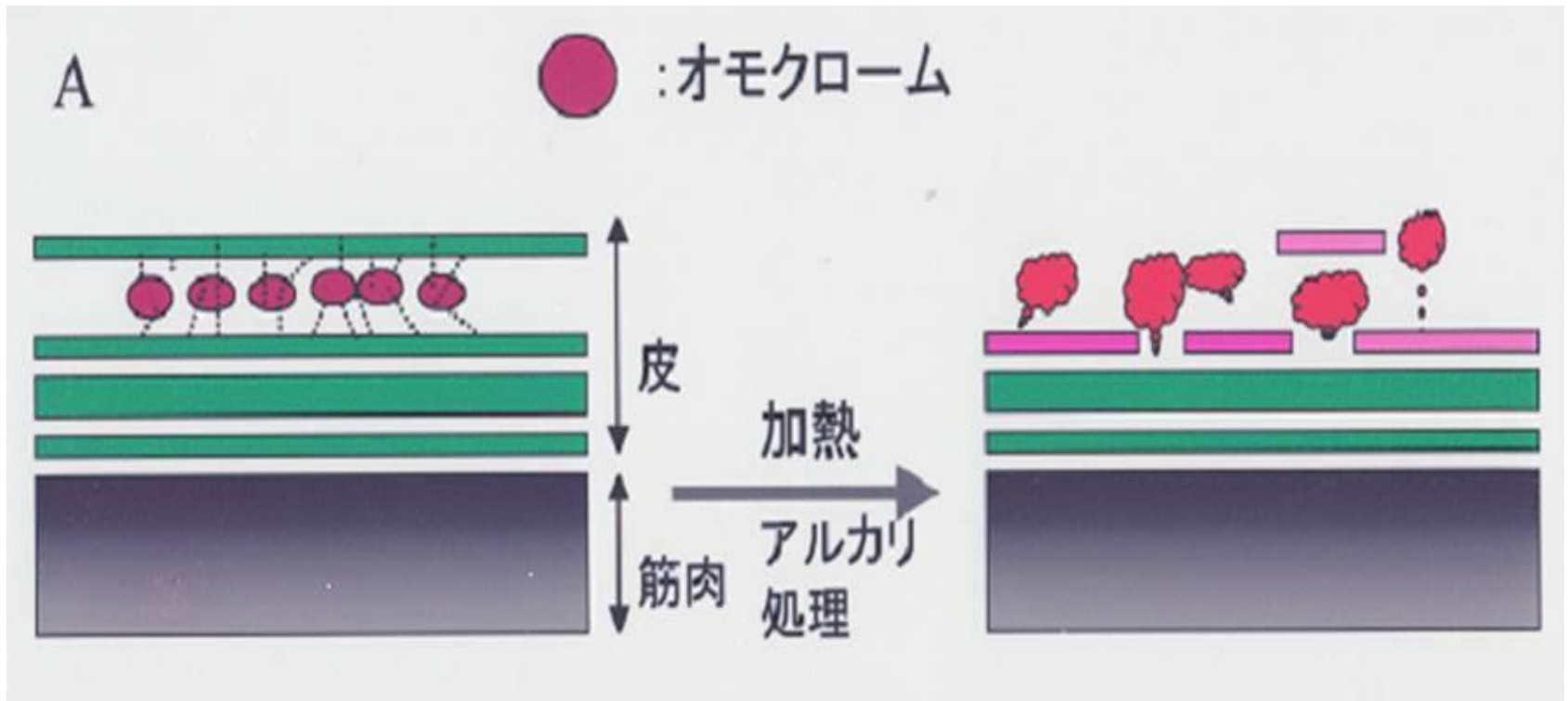
色素胞



イカ・タコ類の表皮色素胞には水溶性オモクロームや虹細胞が含まれる。色素胞(囊)が筋肉の動きに連動して引きずられ伸縮する。鮮度が低下すると、表皮が脆弱化し、色素が漏れ出し、肉も赤く染まる。

イカ・タコ類の表皮

イカ・タコ表皮の加熱による変色



酢ダコのように、酢酸酸性でオモクロームの漏出は防げる

白身魚・イカ・貝柱などの褐変

裂きイカにおける糖類とアミノ基によるメーラード反応

中水研ニュース34(2004)

糖関連物質の生成

① ATP→ADP→AMP→IMP→
→HxR→ Hx + **リボース**

② グリコーゲン **グルコース**

↓
グルコース-6-リン酸(G6P)

↓
フルクトース-6-リン酸(F6P)

↓
FDP

↓
↓

↓
乳酸



購入直後

35°C15日間

リボース+アミノ基 →(加熱によって急速に進む)
→ 褐変物質(メラノイジン)

まだリボース、G6P、F6Pが生成しない鮮度の良いうちに加工(加熱)処理する。

白身魚・イカ・貝柱などの褐変

ホタテ貝柱における糖類とアミノ基によるメイラード反応

網走水試 2004



ホタテ貝柱は原料や加工法によって色調が異なる

ホタテ貝柱は春～夏にグリコーゲンが増し旬となるが、同時に褐変もしやすくなる

グリコーゲンやグルコースの中間代謝産物G6Pがアミノ基と反応して褐変する

加熱褐変防止：収穫後速やかに60℃以上に加熱して、また凍結原料は解凍時間をできるだけ短縮してG6Pを生成させない。
製品の保管は5℃以下で。