

4.8 海洋生物生産物の利用と開発

4.8.1 海洋生物の可能性

海洋をはじめとする水圏は全地球の70%以上を被っている。そこには複雑な潮の流れがあり、流れの中には多種多様な生物が生息している。私たちはこれらの生物を様々な形で昔から利用してきた。利用方法は食料用途が主であったが、工業原料、医薬品、肥飼料としても重要な需要があった。

世界の人口は2004年に約64億人になり、10年後の2014年には70億人を突破し、その後も爆発的な増加が予測されている。このような増加をどのようにして支えていったらよいであろうか。陸地の面積は限りがあり、しかも簡単に開発できる耕地はすでに開発されており今後の大きな耕地面積の拡大は容易ではない。また、急速に発展する中国では良質なタンパク質に対する需要が激増している。

幸い我が国ではエネルギー供給からみた食料の総量は十分に充足している。しかし、近い将来歴史的にもほとんど例のない超高齢化社会を迎え、2015年には65歳以上の高齢者の比率が人口の25%以上となる(図4.8.1)。このような社会では、エネルギーベースの安定的食料供給だけではなく、健康維持を考慮した食設計の提案とそれを可能にする食料の供給が必要になるであろう。

このような世界の情勢あるいは我が国の将来を食料問題の視点から考えるとき、海洋生物の果たす役割は極めて大きいといわなければならない。すなわち現在知られている海洋生物を食料資源としてこれまで以上に有効に利用するための研究と技術開発が重要であると同時に、海洋生物が秘めている様々な機能を明らかにし、私たちの健康に資する物質を見いだすことが重要である。このためのアプローチのひとつは、海洋生物の生存戦略を化学、生化学あるいは分子生物学的に理解し、その特性を材料学的にどのように生かしていくかを考えることである。ここでは海洋生物を利用する立場から、主として海洋生物の化学・生化学的特性を紹介する。

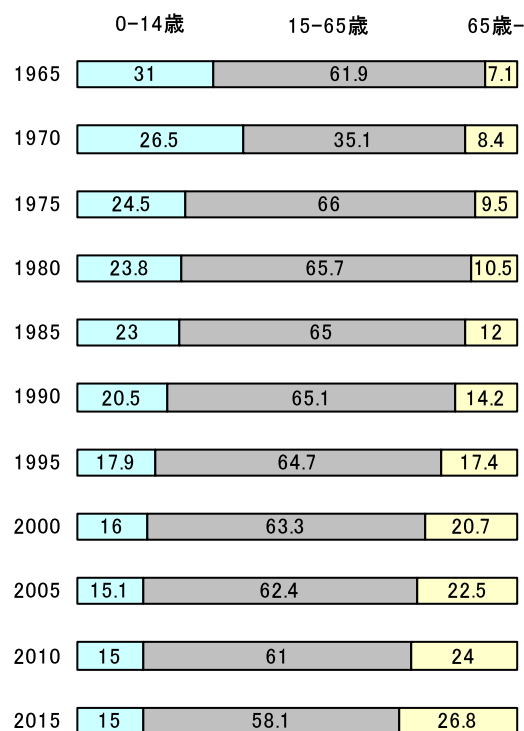


図4.8.1 年齢比率の推移

4.8.2 海洋生物の利用特性

1) 多様性 海洋生物は畜肉や農産物にくらべて極めて多様である。鮮魚店に行けば季節や地方によって実に他種類の魚介類が並んでいる。また、それに加えて、これらの魚介

類が有している成分は季節や棲息環境，生育年数によって大きく変動する．近年では食卓にあがる魚介類の自給率は遠洋，沖合漁業で捕獲された物を含めてもわずか 50-60%程度しかなく，世界各地で漁獲され我が国まで輸出されるものも多く，このことも多様性を高くしている一因である．このような多様性は海洋生物を利用する上で大きな利点でもあり，同時に利用を困難にしている原因にもなっている．

例えば，有用魚類の一般組成のうち，タンパク質は 20%程度のもが多いが（図 4.8.2 省略），これはあくまで総量としてのタンパク質量であり，利用面から詳細にその質をみると魚種により大きな違いがあることがわかる．このため，同じようなタンパク質含量の魚でも，その加工適正は著しく異なることが少なくない．我が国でもっとも生産量の多く重要な水産加工品は練り製品であるが，各種の魚種のタンパク質含量と練り製品としての加工特性とは全く関係がない．また，いわゆる赤身の魚では筋形質タンパク質含量が白身の魚より高く，特にミオグロビンが多量に存在するため赤色を呈している．赤身の魚は運動量が大きく酸素を常に必要とする表層魚に多く，赤い色は新鮮なうちは鮮やかであるので

食欲をそそるが，鮮度が低下するとメトミオグロビンを生成して茶褐色に変色し，商品価値を失う（図 4.8.3）．タンパク質から見た畜肉類との最も大きな相違は，筋基質タンパク質の含量である．多くの魚類の筋基質タンパク質量は約 2-5%程度であるが，畜肉類より一桁少ない．これは水中では重力の影響が軽減されているため，陸上動物ほどしっかりとした体をつくる必要がないためと考えられる．この結果，魚介類は畜肉より柔らかく，生食も容易である．

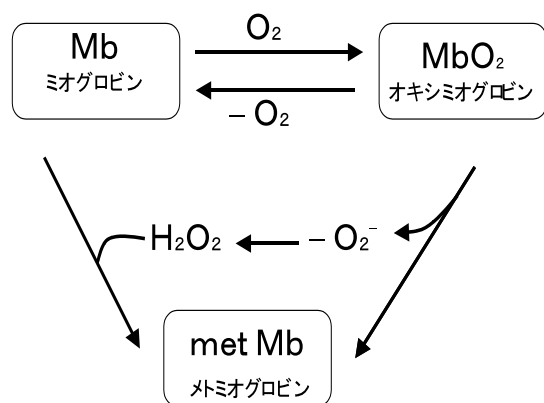


図 4.8.3 赤身魚の変色機構

一方，脂質含量は魚種による差が大きく，タラやヒラメのように 2-3%程度のものからマグロ脂身のように 25%のものなど様々である．脂質含量は同一魚種であっても季節や成熟度，あるいは部位による違いが大きく，これらの含量の変動は保存性や加工の時に十分注意しなければならない．重要な水産加工品であるカツオ節の原料となるカツオは，その脂質含量があまり高いと高品質の製品にならないが，生食用として利用する場合には，脂質含量は高い方が好まれる．

このように海洋生物の多様性は，私たちにバラエティに富んだ豊かな食生活を約束してくれるだけでなく，次に述べるように未知物質の宝庫として期待をもたらしてくれる．しかし一方，その加工流通などには魚種に応じた適正な取り扱いが重要である．

細胞	初発脂肪酸	
	アラキドン酸	EPA
血小板	TXA ₂	TXA ₃
	凝集 血管収縮	抗凝集 不活性
内皮	PGI ₂	PGI ₃
	血小板凝集阻害 動脈弛緩	血小板凝集阻害 動脈弛緩
白血球	LTB ₄	LTB ₅
	走化性 +++	走化性+

表 4.8.1 エイコサノイドの生理作用

2) 機能性成分および生理活性成分の存在 私たちは海洋生物の多くを水産食品として利用している。水産食品はたくさんの栄養素を私たちに提供してくれる。また、おいしい水産食品を食べたときの満足感は何ともいえない。このように、水産食品に限らず、一般に食品には栄養を補給するものとして、また嗜好性を満足させるものとしての二つの大きな役割がある。近年、食品が有するもう一つの役割として、生体機能調節の役割が注目されている。すなわち、少量で私たちの体調を整えてくれる物質が食品中に存在することが明らかになってきた。海洋生物はこれらの生体調節機能成分の宝庫である。もっとも有名なのがドコサヘキサエン酸 (DHA)、イコサペンタエン酸 (EPA) (図 4.8.4) などの n3 系高度不飽和脂肪酸の存在である。

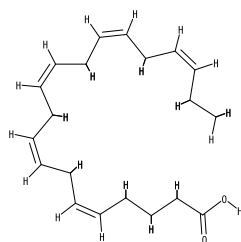


図 4.8.4 イコサペンタエン酸

これらの脂肪酸は実に様々な機能を持っているが、n6 系高度不飽和脂肪酸であるアラキドン酸由来のエイコサノイドと拮抗して機能を発揮することが多い。表 4.8.1 に示したようにアラキドン酸からはトロンボキサン A2 (TXA2)、プロスタグランジン I2 (PGI2)、ロイコトリエン B4 (LTB4) などのエイコサノイドが生成し、これらは表に示したような各種の活性を有するが、EPA, DHA 由来のエイコサノイドはこれらの活性に対して拮抗的に作用するか、あるいは活性が弱いか活性がない。このため、海産物を継続的に摂取すると動脈硬化や炎症性疾患にかかりにくくなる。このほか

に魚介類、特に海産無脊椎動物に特に多量に含まれている成分としてタウリンがある。タウリンは通常の抗酸化剤では消去されにくい次亜塩素酸などの広義の活性酸素の消去活性、

あるいは血圧やコレステロールの低下作用が顕著である。また、機能性成分は各種の海藻類からも発見されている。特に海藻類の多糖類には抗ガン活性、抗潰瘍活性、抗酸化活性、抗血液凝固作用あるいは免疫賦活作用などがあることが認められ、それらの活性を示す成分が単離、構造決定されている。

また食品としての有効成分だけでなく、イソメから殺虫剤、ナマコから水虫薬、イガイから接着剤などがその生態観察を元に発見され、実用化されている。化粧品類などへの応用も研究が行われ、海苔に含まれる紫外線吸収物質ポルフィラ 334 (図 4.8.5) は日焼け止めとして最近実用化され話題になった。

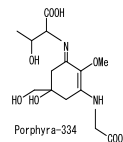


図 4.8.5 ポルフィラ 334

3) 有毒魚介類の存在 フグがテトロドトキシシン (図 4.8.6) という強力な毒を保持していることはよく知られている。

テトロドトキシシンの LD50 は 8.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ マウス で、これは青酸カリの 1000 倍の毒性である。テトロドトキシシンは微生物によって生合成され、主として食物連鎖によってフグ体内に蓄積していくことが明らかになっている。フグは昔からよく知られた毒であるため、精力的な研究が行われ通常中毒はほとんどおこらない。一方、世界のあらゆる海域から多様な魚介類を輸入している我が国では、シガトキシシンによる中毒も重要であり、最近構造が明らかにされたマイトトキシシンの LD50 は 0.17 $\mu\text{g}/\text{kg}$ マウス と魚介毒の中で最強の毒性を有している。渦鞭毛藻に属するプランクトンが生成し、貝類を毒化する麻痺性あるいは下痢性貝毒も重要である。

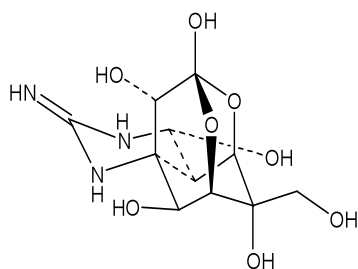


図 4.8.6 テトロドトキシシン

4) 品質保持性の低さ

海洋生物は畜肉に比べ極めて腐敗しやすい。また、酸化、変色などの化学的変化も非常に早い。これらは海洋生物が水中で適応し、かつ魚介類は変温動物であることにその主な原因がある。すなわち、畜肉に比べて筋基質タンパク質が少ないため、肉質が柔らかく、漁獲時あるいは保存中、凍結解凍などの物理的ストレスに対して細胞構造を維持しにくい。細胞が破壊されるとテクスチャーが低下し、また多量のドリップがで

ることにより呈味性も低下する。さらに微生物の攻撃も受けやすくなり容易に腐敗する。しかも海洋生物は、生育最適温度が低温域にある *Pseudomonas* 属などの微生物に汚染されていることが多く、冷蔵庫の中でも速やかに腐敗が進行する。自己消化に関わる各種のプロテアーゼ類も低温で容易に活性を示し、その傾向は低温順化した海洋生物で顕著である。変温動物の海洋生物は水中でも温度変化に適応するため、不飽和度の高い脂質の含量が高い。これは低温下における脂質の固化を防ぎ、細胞膜の流動性を維持するための適応の結果であると考えられる。前述のように、高度不飽和脂肪酸はヒトにとっても有用であるが、酸化安定性は極めて悪く、その利用には酸化安定性を高める等、十分な注意が必要である。このほかにも海洋の魚類に特有の組織として血合い筋があげられる。血合い筋はマグロ、カツオなどの回遊魚で特に発達している筋肉で、休み無く遊泳を可能にしている

組織である。ミオグロビンとヘモグロビンに富んでおり、赤黒い色を呈している。普通筋に比べ栄養的には優れているが揮発性塩基窒素に由来する特有の臭気を呈しやすい。

以上のように、海洋生物は多様性に富んでおり、その新たな利用に関する科学、技術開発の未来は大きな可能性に満ちている。(平田 孝)