

食品로서의 물고기

鄭 鍾 洛*

물고기는 지느러미를 가지고 있고 아가미로 呼吸하며 물에 사는 척추동물을 말한다. 아주 작은 것으로부터 20m에 달하는 20,000종이나 되는 각종 물고기는 地球 면적의 75%에 해당되는 바다를 비롯하여 육지의 개울·하천, 그리고 潮水 등 각가지 물환경에 서식하며 生成衰退를 거듭하고 있다.

각종 遺物이나 古考學的 發掘 등에서 충분히 증명되어 왔듯이 인간에 의한 물고기의 利用은 人間文明 이전에 시작된 것으로 믿고 있다. 그러나 海洋資源중 가장 주요한 부분인 수산자원의 중요성에 눈뜨기 始作하기는 비교적 최근의 일이며 良質 動物性蛋白質과 外貨 獲得源으로 세계각국은 앞을 다투어 海岸가에서 바다를 向해 進出하여 왔다. 그러나 수산업을 농업에 비교해볼 때 아직도 수렵시대에서 벗어나지 못하고 있다고 하겠다. 이것은 수산업의 利用 開發 여지가 그토록 크을 말한다고 할 수 있으며 우리가 現在 當面하고 있고 앞으로 더 격심해질 蛋白質不足狀態를 생각할 때 良質 動物性蛋白質源인 수산자원의 중요성은 나날이 커지고 있다. 農業食糧生産만으로 爆發的인 인구증가로 인한 食糧供給의 艱難을 解決할 수 없을 것이며 아직도 全體 潛在性의 일부만을 이용하고 있는 바다에 기대가 점점 커가고 있음은 當然한 일이 아닐 수 없다. 이런 시기에 식품으로서의 물고기를 食品學的인 見地에서 검토하고 그 重要性을 새로이 인식함은 時期適切한 일이라 믿는다.

물고기의 중요성

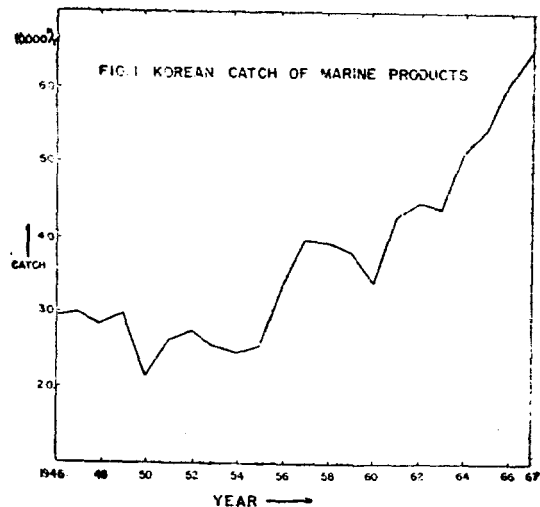
바다물의 容量을 300만 입방마일로 추산하며 입방마일당 해수에 용해되어 있는 각종 無機物質中 인간사회에 가장 소중한 금속인 金의 함유량이 140파운드나 된다고 한다. 實로 엄청난 양의 金이 바다물에 용해되어 있음은 사실이나, 이 반대한 大洋을 생각하면 最新科學技術을 응용한다 해도 어떤 마술적인 방법이 없는 한 바다물에서 金을 캐는 일은 珠璣이 많지 않아 아직도 有用資源으로서의 價値가 없다.

어떤 資源이든 利用開發을 위하여는 첫째, 資源이 있어야 하고, 둘째, 그 資源에서 얻어지는 物質의 市場이 있어야 하며, 셋째, 그 資源을 商品化하는 데에 必要한 技術과 資本이 있어 이런 作業에서 相當한 收益이 얻어져야 한다. 바다물의 金은 이 經濟性이 만 採鑛法보다 낮기 때문에 利用開發의 時期는 언제일지 도론채 앞으로 몇 백년을 더 기다려야 할지 모른다.

水産資源도 太古以來 存在하여 왔건만 왜 오늘날까지 수렵시대의 段階를 면치 못하고 極히 작은 部分만을 利用하고 있을까? 이에 對한 推理的인 解答을 위해 우리가 알고 있는 바를 簡單히 說明하기로 한다.

첫째, 바다는 人間을 비롯하여 萬生物의 發祥處로 알려져 있고, 늘 人間의 주위에 가까이 在在하여 있으면서도 距離가 너무 멀었다. 오늘날 人間이 宇宙를 探索하고 千萬年間 품어오던 달 世界의 神秘와 好氣心을 풀만큼 高度의 知識을 쌓기에 成功했으나 人間에 依한 바다와 그 속에 사는 生物에 關한 知識은 너무도 미약하다.

둘째, 海洋條件은 人間에게 너무 險難하여 바다를 制壓하려는 人間의 노력은 희생이 너무 컸으며 일찌기 人間은 수렵時代를 거쳐 農業社會에서 近代文明을 構



* 理學博士, 韓國科學技術研究所 水産加工研究室長

築하여 필요한 食糧을 생산할 수 있어 물고기의 식품으로서의 이용은 부분적이었다. 그 이용의 필요성은 대체적으로 극히 적었다고 말할 수 있다.

세계, 인간이 생명의 위협을 비교적 극복할만한 航海術을 다련하기는 최근의 일이다. 이 방법이 점차 발전하여 大洋을 항해하고 지구 곳곳을 주름잡기까지에는 오랜 세월 동안 많은 사람에 의한 초인적인 노력이

필요했다.

네째, 인간에 의한 大洋의 이용은 통상과 전략적 優位獲得을 위한 항해에 중점을 두었으며, 바다에 의한 우리의 지식 대부분이 이런 노력에서 얻어진 것이다. 그러나 오늘날 급증하는 人口에게 量과 質으로 충족한 식량을 공급하기엔 성과의 속도가 느린 農業改革等에 의한 식량증산에만 의존할 수 없음은 명백한 현실

LIVE WEIGHT
MILLION METRIC TONS

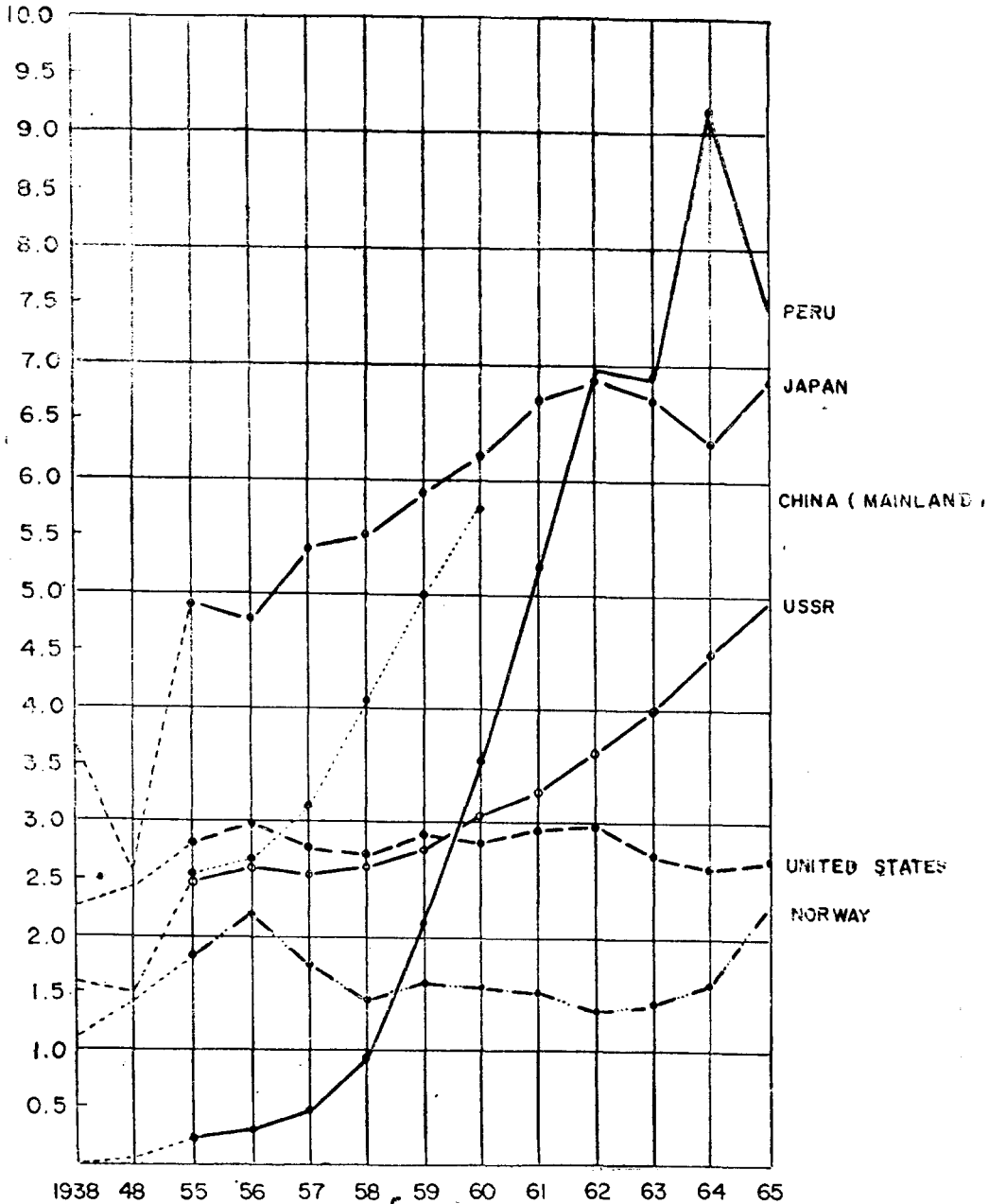


Fig. 2. Catch of aquatic animals and plants by nation (FAO)

인 듯하다. 그러기에 근대문명의 存積은 인구증가와 식량생산의 競争에서 식량생산이 앞설 수 있어야만 가능하며 이에 따라 새로운 식량자원의 開發로부터 기존자원의 효율적인 利用開發이 중요한 과제가 되고 있다.

수산자원은 광물자원과 달리 바다물에 均一히 분포되어 있지 않으며 먹이를 따라 大洋을 회유하거나 海洋條件에 의한 독특한 生態學的 要件이 있어 바다 전체의 7%에 불과한 소위 대륙붕에 主로 集結되어 있다. 수산자원은 또한 광물자원과 달리 一定量의 利用開發 후에도 고갈되지 않으며 오히려 적절할 漁獲은 생산성을 높이며 漁獲의 관리를 통한 魚族의 보호로 最大 生産性을 지속시킬 수 있는 自然生成資源으로서 과거에도 그랬듯이 앞으로도 자손만대에 물려줄 수 있는 食糧資源이며 고갈될 수 없는 持續資源인 데에 특색이 있다.

지난 半世紀 동안의 어획고를 보면 1918년엔 세계 어획고가 불과 1,000萬톤이었던 것이 1967년엔 6倍를 넘게 되었다. 海洋의 biomass 추정에 의거한 어획생산량은 3,4億톤으로 보고 있으나 과거와 현재의 국제 어획고 추세에 의하여 現存技術 應用으로 收益性 있는 어획량은 현 연간어획량인 6천만톤(1967년도)의 2~4배로 증가시킬 수 있다고 본다. 우리나라는 三面이 바다로 둘러싸여 각종 물고기의 서식엔 천혜의 자연조건을 가지고 있어 水産業은 農業에 다음 가는 경제적 중요성을 지니고 있다. 우리나라 대륙붕의 면적은 50萬 平方 海里로 육지면적의 二倍가 넘으며 유난히 긴 海岸線과 世界 主要漁場에 가까이 位置하여 있어 水産國으로서의 입지적 조건이 좋다. 1967년도 통계에 의하면 북한을 제외한 우리나라의 어획고는 61萬톤으로

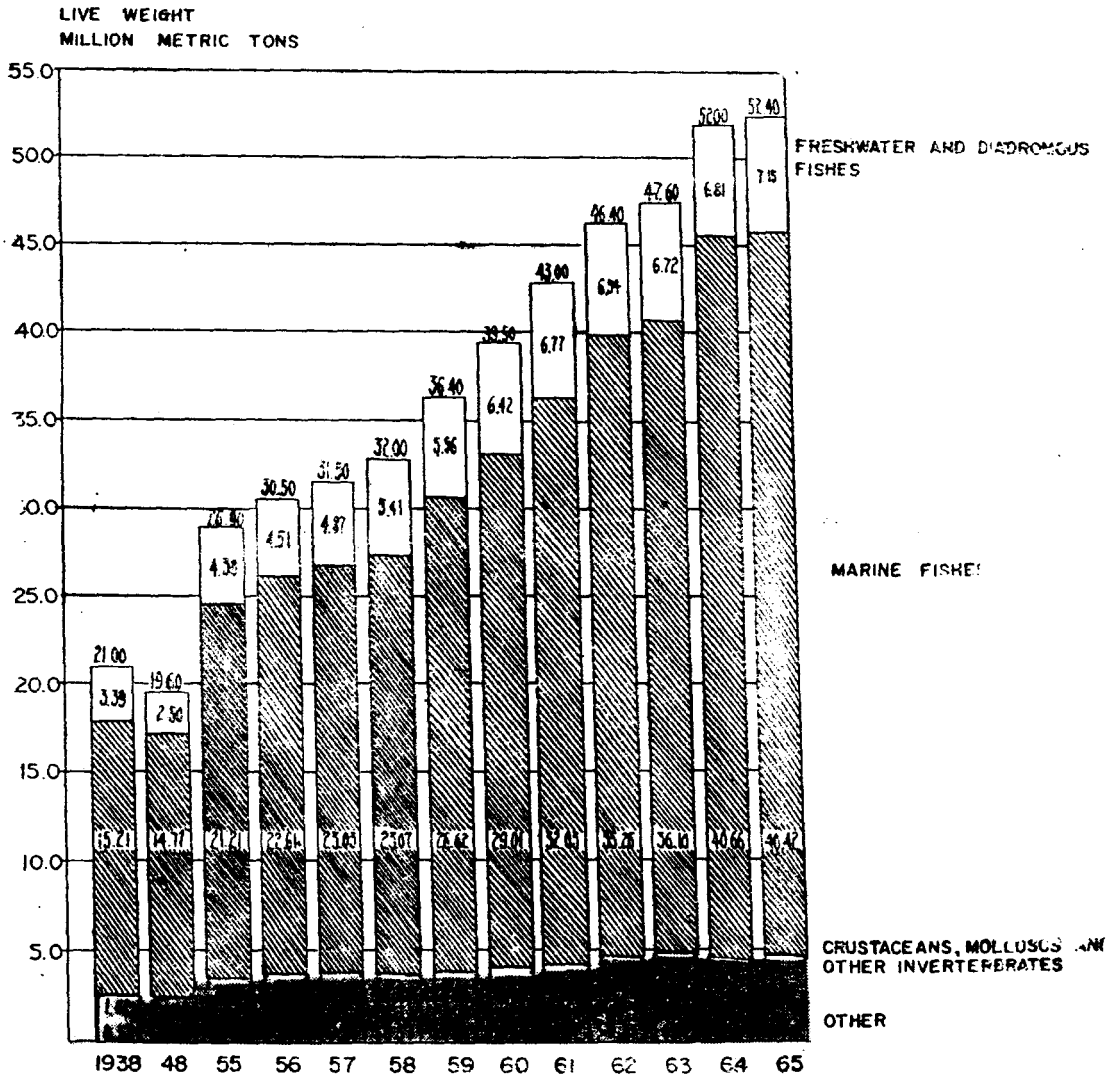


Fig. 3. World catch of aquatic products (FAO).

(그림 1) 세계 전체 어획고의 1% 정도에 해당되며 페루(8.4백만톤), 일본(7.1백만톤), 중공(1960년 이후는 보고되지 않음), 소련(5.3백만톤), 노르웨이(2.8백만톤), 미국(2.5백만톤)의 6大 水産國을 비롯한 16세 어획국이며 아시아로 좁혀 보면 일본·인도(1.3백만톤)를 위시하여 태국(0.7백만톤) 다음 가는 다섯째 수산국으로 되어있다(그림 2). 1965년도 FAO 통계에 의하면 바다 물고기가 全體 어획고의 80% 이상을 차지하고 있으며(그림 3) 청어류·꽁치류, 그리고 별치류인 회유성 물고기가 바다물 고기의 대부분을 구성하고 있다(그림 4).

蛋白質 gap과 水産食品

오늘날 우리가 흔히 듣는 蛋白質 gap은 인류 식량사정의 量的 質的인 부족을 말하고 있으며 이는 폭발적인 인구증가와 주택·도로·공공시설 건축의 증가로 경작면적의 전위 그리고 농업식량 생산의 한계와 부진성에 근거를 두고 있다. 세계 인구가 2.5억에 달하기까지는 인간의 지구상의 출현으로부터 예수 강생이라는 긴 세월이 要했으나 2倍인 5억 인구에 달하기까지는 1,600년이 걸렸다. 18세기이후 각종 질병의 정복과

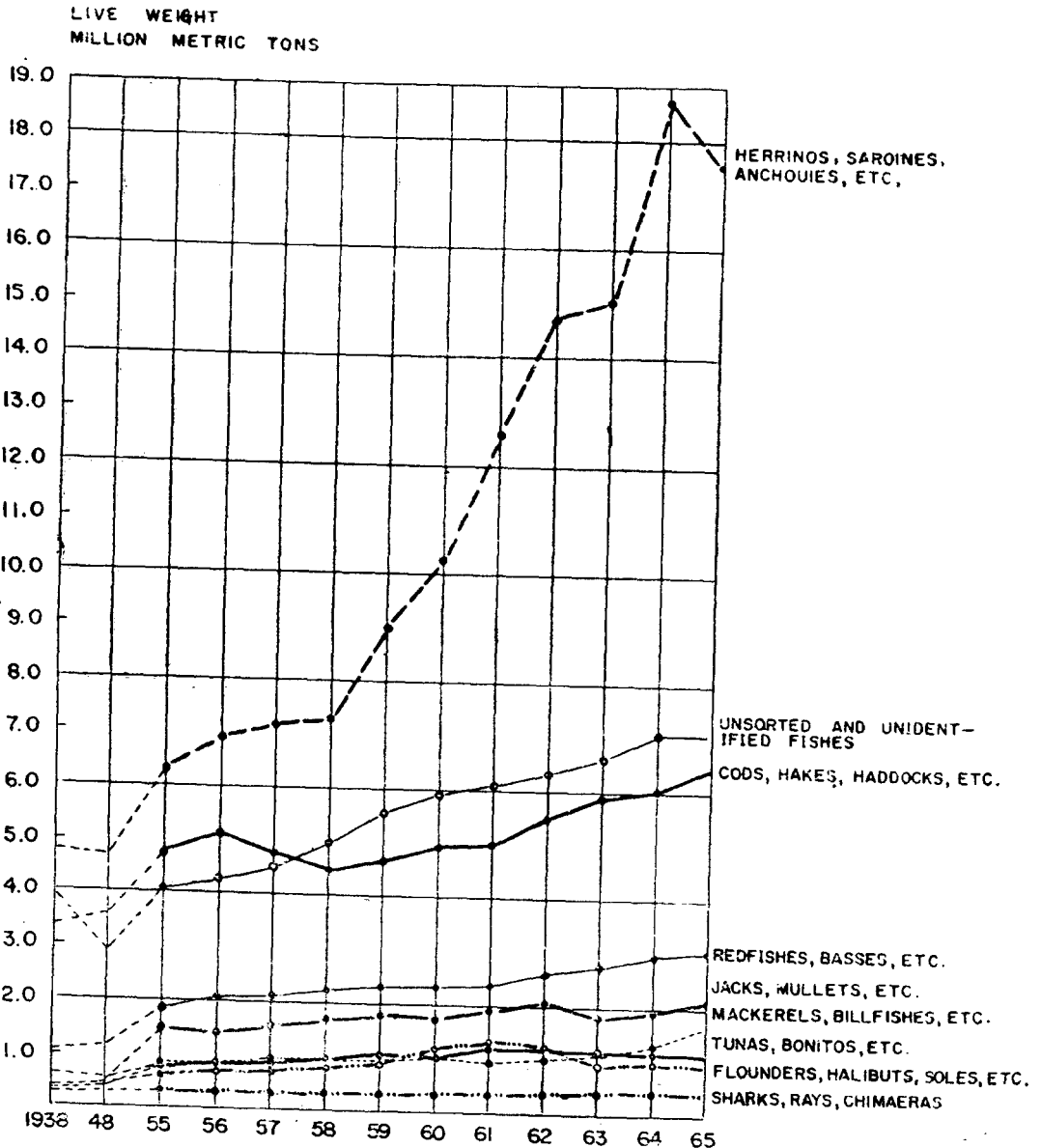


Fig. 4. World catch by major species groups (FAO)

식량생산 수단의 발달로 인간의 수명이 길어졌고 사망율이 적어져 200년 후인 1800년엔 10억을 넘었고 100년후인 1900년엔 20억에 가까웠다. 오늘날 전세계 인구는 30억에 육박하고 있으며 현재의 증가율이 계속된다면 2000년 이내에 現存 人口의 2배 되는 인구를 먹일 식량이 필요하다는 이야기다. 인구가 배로 늘어나는 데에 필요한 기간이 점점 단축되어 20세기말엔 30년 밖에 걸리지 않는다는 놀라운 사실을 말하고 있다. 인류역사는 총족한 식량구득을 위한 끊임없는 투쟁으로 가득차 있다. 원시적인 수렵시대를 거쳐 농업시대로, 그리고 오늘날의 고도의 분업적 산업시대에 이르기까지 먹어야 산다는 인간 기본요소는 변하지 않았고 앞으로도 변치 않을 것이다. 오늘날 식량 생산과 인구 증가의 경쟁에서 이겨 굶주림에서 벗어나 식량의 질을 가릴 수 있는 다복한 입장에 있는 사람은 세계인구의 아주 적은 부분에 지나지 않으며 세계인구의 반 이상은 인체의 정상적인 기능에 필요한 영양분을 충분히 섭취하지 못하는 데서 생기는 각종 영양실조의 고난속에 살고 있다. 인류의 삼대 숙제는 질병·굶주림, 그리고 전쟁인데 특히 굶주림의 공포는 인류역사상 어느 때보다도 현실에 가까우며 머지않은 장래에 만약에 현 사태가 계속된다면 인류는 전반적인 기아에 휩쓸릴 것이라는 비관론도 전혀 근거없는 일이 아님은 부인할 수 없다. 이 굶주림의 공포는 세계 인구의 3분의2를 차지하고 있는 미개발국가에 도사리고 있는 바, 몇가지 놀라운 사실을 지적하면

1. 22.5억이나 되는 미개발 지역의 20% 이상이 칼로리 不足, 60% 이상이 단백질 함유량이 未乃한 식품

으로 연명하고 있으며

2. 현재의 인구 증가율이 계속된다면 2000년 이전에 未開發地域의 인구는 개발지역 인구의 4배로 늘어날 것이다

3. 현재의 식생활에 아무런 개선없이 현상 유지만을 취한다 해도 2000년까지 현재의 몇배의 식량이 증산되어야 하며

4. 산아제한 기타 갖가지 노력은 전반적으로 볼 때 식량부족 사정 해결을 위해 희망이 희박하며

5. 넓어져가고있는 식량생산과 인구 증가의 gap에 덧붙여 식량 저장상업과 순환 제도의 빈약은 식량사정을 보다 더 악화시키고 있다. 심히 불행한 일이나 우리나라 식량사정은 미개발지역의 공동운명에서 벗어나지 못하고 있으며 진정한 자주독립 국가로서 국가의 번영과 행복의 열쇠는 바로 이 운명의 사슬에서 벗어나느냐 벗어나지 못하느냐에 달려 있음은 누구나 부인치 못할 엄연한 현실이다. 민음민한 통계에 의하면 물고기가 전세계 動物性 단백질 생산의 12.2%를 차지하고 있다고 한다. 성인의 정상적인 생환기능을 위해서 매일 필요한 단백질량은 최소 30g이어야 한다고 하는데, 30g 이상을 섭취하고 있는 사람의 전세계 인구에 대한 비율은 불과 20%에 지나지 않으며 60% 이상은 15g이하의 섭취량으로 만족해야 한다는 실정이라고 한다. 우리나라의 경우 營養學的인 기본자료가 미비하여 정확한 통계는 아직 없으나 9~12g의 단백질 섭취 정도가 아닌가 보고 있다. 우리가 흔히 듣는 단백질 gap의 영양학적 근거를 다음과 같이 간단히 설명할 수 있다. 단백질은 20여종의 아미노산으로 구성되어 있으며 식

표 1. FAO가 권장하는 필수 아미노산 pattern과 主要蛋白質의 필수아미노산 比率과의 對照

아미노산	FAO pattern	牛 乳	人 乳	계 란	魚 粉
(g 아미노산/100g 蛋白質)					
Isolucine	4.2	6.4	6.4	6.8	6.8
Lsucine	4.8	9.9	8.9	9.0	9.3
Lysine	4.2	7.8	6.3	6.3	9.0
Phenylalunine	2.8	4.9	4.6	6.0	3.5
Tyrosine	2.8	5.1	5.5	4.4	5.0
Sulfur-containing					
Total	4.2	3.3	4.3	5.4	6.3
Methionine	2.2	2.4	2.2	3.1	5.3
Threonine	2.8	4.6	4.6	5.0	미정량
Tryptophan	1.4	1.4	1.6	1.7	1.6
Valine	4.2	6.9	6.6	7.4	5.9

자 료: FAO

몸을 구성하고 있는 단백질은 체내에서 소와 흡수되어 인체의 근육과 각종 조직의 주성분이 된다. 따라서 성장기 아동의 kg당 체중의 단백질 소요량이 성인보다 많아야 함은 여기에 이유가 있다. 인체의 근육과 각종 조직형성 외에도 단백질은 인체의 특수기능을 가진 물질 합성에 없어서는 안된다. 적혈구·혈청·각종 항체와 혼몬 그리고 각종 효소의 합성은 단백질의 구성물질인 아미노산에서 시작하며 이 아미노산중 9개를 제외하고 나머지는 인체내에 기질로 供給해 주며 필요에 따라 합성되거나 9가지 아미노산은 식품을 통해 필요한 인체내에서 전혀 합성치못하거나 소량밖에 합성 할 수 없으므로 종류와 양이 골고루 섭취되어야 한다. 이 9가지 아미노산을 필수아미노산이라 부른다. 거듭된 실험 결과나 지역별 固有主食과 인체의 건강상태에 대한 연구를 분석한 결과 이 필수아미노산중 한가지만이라도 결여된 식품은 人體成長을 저지시키며 정상적인 인체 발육·성장과 건강유지를 위한 식품이 될수 없음을 알게 되었다. 따라서 식품의 가치판단의 영양학적인 근거는 함유되어있는 필수 아미노산의 질과 양적인 구성에 두고있으며 우리가 毎日 섭취하는 식품이 이 필수 아미노산을 질과 양적으로 充足시킬 수 없을때 protein gap이 존재 하게된다. FAO가 발표한 필수아미노산의 매일 소요량에 의하면 어류 단백질의 대표적인 예로 Fish Meal Protein (어분)을 육류 단백질과 비교할 때 그 우월성이 어느 정도인지를 알 수 있다(표 1). 이 단백질의 gap을 메꾸는 데에 있어서 수산식품의 역할은 단백질의 우월성과 아울러 가장 저렴한 단백질 식품이라는 데에 주목할만한 사실이 있으며 자연 생성하여 고갈될 수 없는 이 풍부한 養質의 단백질 식량자원은 인류의 굶주림에서 해방되려는 투쟁에 언제보다도 큰 희망이 아닐 수 없다.

물고기의 영양가

물고기는 인류의 귀중한 식품의 하나로 긴 역사를 가지고 있으며, 우리나라에서도 고기라 하면 흔히 물고기를 말하며, 육류는 쇠고기·돼지고기 등으로 불리우지만 우리 일상생활에 깊이 뿌리박고 있다. 아프리카 내륙엔 물고기가 동물성 단백질 공급의 대부분을 차지하는 지역에 사는 사람의 체구는 물고기나 육류가 흔하지 못한 내륙인들 보다 크고 건강하며 오래 산다는 관측이 우연한 일이 아님을 알 수 있으며 이는 물고기의 영양가가 높다는 것을 단적으로 말하고 있다. 각종 동물성 단백질 식품의 분석과 동물의 성장 실험 결과에 의하면 전반적으로 물고기는 단백질의 양과 질적인 면에서

쇠고기에 지지 않으며 많은 경우 월등한 것이 확증되어 있으며 육지육류가 공급할 수 없는 종류와 양의 광물질을 함유함이 밝혀졌다. 물고기의 可食部라 하면 머리·점질·지느러미·뼈·내장 등을 제외한 근육을 말하는데 이 可食部の 화학적 성분은 육상동물의 可食部와 비슷하다. 물고기의 가식부의 일반 성분은 수분이 65~84%, 단백질이 15~24%, 지방질이 0.1~22%, 광물질이 0.8~2%, 그리고 당질이 0.5% 외에 소량의 비단백질소질이 있다. 수분을 제외하면 단백질이 가장 중요한 성분이며 지방질은 제질·성숙도·성별·생리적 조건 그리고 크기·부위에 따라 변화가 심하며 당질은 특수한 경우를 제외하고는 아주 적은게 특색으로 되어있다.

Fish protien

단백질의 구분은 아직도 잘 알려진 조직학적 위치와 용해성에 의거하고 있어 가용성·불용성 그리고 stroma 단백질로 대별하고 있다. Fish protein의 可溶性 단백질은 myogen, myoglobin, globulin X 등으로 구성되며 조직학상 세포와 세포 사이를 둘러싼 sarcoplasm에 위치하고 있어 sarcoplasmic protein이라 하며 이온 강도 0.2 이하의 염도에 의하여 추출된다. 不溶性 단백질은 근육 조직을 구성하는 단백질로 actin, myosin 그리고 tropomyosin으로 조성되며 근육의 신축기능에 참가하여 이온 강도 0.2 이상의 염수에 추출된다. Stroma 단백질은 주로 세포막 등을 조성하는 collagen, elastin 그리고 reticulin 등으로 구성되며 묽은 산과 알칼리용액에 의하여 추출된다. 可溶性 단백질은 포유류 근육에 비해 함유량(20~22% 對 35~40%)이 적으며 불용성 단백질은 그와 반대로 포유류 근육보다 훨씬 많다(67~75% 對 52%). 이 불용성 단백질은 변질성이 강하며 냉동이나 열처리 등에 의하여 쉽게 응결 또는 분해되므로 많은 연구의 대상이 되어왔다. Stroma 단백질은 가용성 단백질처럼 소량이어서(3~8% 對 17%) 물고기가 육류보다 연하고 강한 부패성을 띄고 있다고 한다. 물론 육류의 texture는 3대 구성물질인 水分·蛋白質 그리고 脂肪質의 상대적 함량에 따라 결정되나 단백질 구성이 texture에 크게 기여한다는 것은 잘 알려져 있다.

脂 肪 質

물고기는 다른 척추동물과 달라 대부분의 지방질이 간이나 내장에 저장되어 있기 때문에 可食部인 근육의 지방질 5% 이하의 기름지지 않은 고기와, 지방질이 근육에 분포되어 있어 근육의 지방질 함유량이 5% 이상이며, 어떤 종류는 27%까지 가는 소위 기름진 고기로 대별할 수 있다. 명태·볼락·가재미·상어류 등의 저서 어류가 전차에 속하며 배를 지어 최유화

는 고등어·멸치·청어·삼치류 등이 후자에 속한다. 물고기의 지방질 함유량은 고기의 성숙도·계절 등에 따라 변화가 심하며 지방질이 많은 데에 반하여 단백질 함유량이 적은 경우가 있기는 하나 대부분의 경우 기름진 고기의 단백질 함유량 역시 많은 것이 보통이며 기름진 고기가 맛이 좋다는 것은 경험을 통해서도 확실하다. 물고기 지방질의 대부분은 지방산인 바, 그 성분은 육상동물에 비해 현저한 차이를 보이고 있다. 첫째, 육상 동물성 지방산 중 두개 이상의 double bond를 가지고 있는 지방산 분자가 드물며 식물성 지방산중에서도 한 분자에 3개 이상의 double bond가 있는 예가 극히 드른 데에 반하여, 물고기의 지방산은 한 분자에 5~6개의 double bond가 있는게 보통이다. 이런 특성은 血管硬化症에 직접적 관련이 있는 혈액 cholesterol이 어지방질을 섭취함으로써 저하되는 의학적 중요성을 내포하고 있으며 어유를 기질로 하여 만든 도료는 빨리 건조되는고로 산업적 이용에 가치가 크다. 둘째, 물고기 지방산의 carbon chain length가 20~22 되는게 상당한 데에 반하여 기타 동물성 지방산이나 식물성 지방산은 carbon chain length가 20이 넘은게 적으며 22가 넘는 것은 극히 드물다. 최근에 대두되는 말이지만 단백질의 biological value를 9개의 필수 아미노산의 질과 양적인 함유량으로 결정하듯이 지방산에도 필수지방산이 있다. 아직 어떤 종류의 지방산이 성장에 필요불가결한지는 완전히 규명되어 있지 않으나 동물사육 실험의 결과들에 의하며 魚脂肪酸는 필수지방산함유량이 높음을 증명하고 있다.

광 물 질

다소 예외는 있으나 바다물은 용해물질의 비교적 균일한 분포를 보이고 있으며 회유성 어류의 경우는 특히 각종 광물질 섭취 축적이 용이함으로 물고기 근육에 있는 영양염의 함유량은 육상동물과 같이 지역적으로 제한받는 경우와 다르므로 육류가 공급하지 못하는 광물질을 물고기를 통해 구득하는 결과가 된다.

당 질

물고기도 다른 척추동물처럼 glycogen을 energy resource로 저축하고 있다. 그 양은 다른 동물과 비슷한 바, 패류의 경우 2~3%나 되는 glycogen을 저축하고 있다는것이 특색이다.

기타 성분

비타민 유허당분과 아미노산 그리고 비단백질소 등이 있으며 양적으로는 적으나 물고기의 독특한 flavor 조성에 크게 기여한다는 점에서 중요하며 이들의 영양가로서의 위치는 그리 중요한 것이 못된다.

식품으로서의 물고기 이용의 몇 가지 고려점

물고기의 단백질은 상술한 바와 같이 육류단백질과 양적인 면에 차이가 있으며 물고기의 식품으로서의 가공 처리방법도 가장 중요한 구성분인 단백질의 상대적 차이에 대한 기본 지식에 입각하여 마련되어야 한다. 물고기는 부패성이 가장 강한 식품의 하나인 바, 이것은 화학적 성분에서도 대충 설명될 수 있으나 대부분의 경우 어획은 계절적이어서 대량의 어획물을 단시일 내에 처리 가공해야 하는 난관과 이것을 극복할 수단과 방법이 마련되지 못한 데에 기인한다고 본다. 물고기는 가식부분이 50~60%에 달함에 반하여 쇠고기는 뼈와 저축지방(deposit fats)의 비중이 커서 50% 밖에 안되며 물고기는 쇠고기와 달리 등심 또는 홍두깨살 등의 different cut가 없고 원래 살이 연하여 aging이나 단백질분해효소를 근육에 주입시켜 질긴 고기를 연하게 만들 필요가 없다. 이런 사실은 물고기의 처리가공에 있어서 지극히 다행한 바 만약에 현재의 어획이나 처리과정을 생각할 때 이런 가중한 처리가 필요하다면 경제적으로 불가피한 일이기 때문이다.

어단백질의 Biological Value

식품의 가치는 인체의 정상적인 기능(성장·생식·유지 등)에 필요한 갖가지 영양분을 양과 질적인 면에서 어느 정도 충족시킬 수 있는가에 따라 결정되기 마련이다. 인간이 끊어 먹는 음식의 수는 고국을 통하여 수천종을 달하는데, 이것은 순수한 영양학적 견지를 떠난 식도락적인 면에서도 필요한 일이나, 원래 한가지 식품이 모든 영양소를 골고루 충족시키는 경우가 극히 적은 데에 이유가 있겠고, 또 인간은 육식과 채식을 병행하는 고로 소화기능상 한쪽 식품에만 편중할 수 없게 되어 있다. 식품의 영양가와 biological value는 내용면에 현저한 차이가 있다고 보는데, 전자는 식품의 영양분 구성을 말하고 후자는 이 영양분의 인체에의 유용성을 말하고 있기 때문이다. 단백질의 경우 그 구성 요소인 아미노산의 종류와 양이 인체의 근육성분에 가장 가까우면 가까울수록 그 단백질의 biological value가 높다고 한다. Biological value가 높은 단백질은 인체내에서 합성치 못하므로 음식에 의하여 공급되어야 하는 9가지 필수 아미노산들 종류와 양적으로 인체의 여러 기능에 필요한 비율로 함유하고 있어야 한다. 물고기 단백질의 biological value는 쇠고기 것보다 우월한 경우가 많음이 이미 확인되었으며 良質 동물성단백질에 비해 lysine, leucine, sulfur-containing (30面으로 계속)