

大型ニジマス加工品の試作と肉の色揚げについて

天野秀臣・野田宏行・堀口吉重・井嶋重尾*・
藤岡康弘*・西出一彦*・後藤富佐夫*

三重大学水産学部

Preparation of New Food Products of Big Rainbow Trout and Improvement of Meat Color with Carotenoids Rich Diets

Hideomi AMANO, Hiroyuki NODA, Yoshishige HORIGUCHI, Shigeo IJIMA*,
Yasuhiro FUJIOKA*, Kazuhiko NISHIDE*, and Fusao GOTŌ*

Faculty of Fisheries, Mie University

The preparation of salted, pickled, dried, smoked, and canned products of rainbow trout was made to find a new market for big rainbow trout. Feeding experiments were also done to color the meat of rainbow trout pink for the increase of appetite, by using carotenoids containing diets. Results obtained are summarized as follows: (1) Of the salted, pickled, dried, smoked, and canned products, low salted product was most recommended from the view point of taste, cost, and preparation method. Judging from the concentration of volatile basic nitrogen and bacteriological examinations, this product was able to be stored at 4°C for 10 days. (2) A Pink color of meat was most clear in the experimental groups fed on frozen or boiled fresh-water shrimp, *Palaemon paucidens*. While no remarkable difference was found in the other experimental groups, such as dried shrimp, commercial pellet, commercial pellet supplemented with shrimp (30 and 50 % by weight) and with canthaxanthin (30 and 60 mg/100 g diet). Color improvement of meat became apparent after 2-3 weeks feeding. (3) Carotenoids contents in the meat of rainbow trout fed on frozen and boiled shrimp for 5 weeks were 0.41 and 0.35 mg/100 g meat, respectively. Proportion of astaxanthin in total carotenoids from this meat was found to be 61 %, presenting beautiful pink color to the meat. The accumulation rate of carotenoids in this experimental group was about 27 %.

Key words: Big rainbow trout, Food product, Test of preservation, Improvement of meat color

* 滋賀県醒井養鱒場 (Shiga Prefectural Samegai Trout Farm).

ニジマスは年間17,000トンが養殖生産されるが、その中の81%が鮮魚として流通され、19%が加工向けとなる。そして加工魚の59%が甘露煮等の調味加工品として、35%が冷凍品として利用されているのが実態である。しかも市場性のあるニジマスは体重が約150g程度の小型魚が対象となるが、消費が頭打ちになりつつあるので、需要の拡大を図るために、体重1~1.5kgの大型ニジマスの加工利用が関係機関から要望されている。

本研究は大型ニジマスを原料に選び、生産コストや省力化に留意しながら塩蔵品、漬物、干物、くん製品および缶詰製品などの加工品に工夫をこらして試作品を製し、官能検査と保存試験を施行して新加工法の手掛りを探るものである。また、養殖ニジマスの肉色は降海型アマゴやサケに比較して食感に乏しいという指摘に応じて、高級魚としてイメージを高め、新販路を開くために、合成カンタキサンチン、およびアスタキサンチン源として琵琶湖産スジエビを用いて肉色の改善に努めた。

実験方法

材料および加工品の製造 滋賀県醒井養鱒場で飼育した体重約1kgの大型ニジマスを即殺後、頭、鰓、内臓を除去して試料とした。常法に基づいて塩蔵品、粕漬、味噌漬、こうじ漬、糠漬、酢漬、塩干し、みりん干し、くん製品および缶詰製品を製造した。次いで作業を簡素化し、味覚をさらに向上させ、作業時間を短縮するために若干製法を改良した。なお製品はすべて真空包装して冷凍保存後各種の試験に供した。

塩漬製品の成分測定 ニジマス鮮魚と10%塩蔵ニジマスの水分、粗たんぱく質、粗灰分および粗脂肪は常法に従い、遊離アミノ酸はニンヒドリン法により、エキス中の塩分濃度はチオシアン酸第二水銀法(荒木, 1972)に準じて測定した。

塩蔵品の揮発性塩基窒素(VBN)の定量と細菌検査 10%塩蔵品のVBN量はCONWAY(1957)の微量拡散法によって定量した。また、一般細菌数はM.P.N.法によった。ブドウ球菌はスタヒロコッカス培地110“栄研”を寒天シャーレに流し込み、試料を塗布し、30°C、48時間培養後、コロニーを計数してから0.04% BTB 試薬を滴下して、マンニト分解能を、20%スルホサルチル酸滴下によってゼラチン液化能を検査した。さらに腸炎ビブリオ増菌用のTCBS寒天培地“栄研”を用い、シャーレ上のコロニー数から腸炎ビブリオの検索を行なった。

ニジマスの色揚げ試験 醒井養鱒場で飼育した約800gの2年魚を用い、1区当り60尾を放流し、1日に全体重の1%を1週間に6日間給餌し、1週毎に5尾を取り上げて5週間で試験を終了した。試験区分は以下の8区とした。

- 第1区 市販のニジマス成魚用ペレット
- 第2区 同上組成餌料にカンタキサンチン30mg/100g添加したペレット
- 第3区 同上餌料にカンタキサンチン60mg/100g添加したペレット
- 第4区 同上餌料にスジエビ乾燥粉末30%添加ペレット
- 第5区 同上餌料にスジエビ乾燥粉末50%添加ペレット
- 第6区 -20°Cで冷凍保存したスジエビ餌料
- 第7区 ボイル後冷凍保存したスジエビ餌料
- 第8区 乾燥スジエビ餌料

カロテノイドの定量 魚肉試料は50g、ペレットは20g、スジエビ試料は10gを夫々粉碎後10gずつ採集し、マクベス法(McBETH, 1972)に準じて定量した。すなわち、アセトン中で肉に色が

認められなくなる迄抽出を繰返した。アセトン層をヘキサンに転溶して水洗後、無水 Na_2SO_4 で脱水し、窒素気流中 40°C 以下で減圧乾固し、ヘキサンで定容して最大吸収波長で吸光度を測定し、その値に2500を乗じて総カロテノイド量を算出した。さらに色素に混在して抽出された脂肪を分離するために、ワコーゲルC 200 カラムに乗せ、展開溶媒をヘキサン、次いでベンゼンに変え、ベンゼン中のアセトン量を増やして色素を分離した。TLC およびシリカゲルカラムで分画した標品の R_f とベンゼン、ヘキサン、クロロホルム、二硫化炭素中の吸収スペクトルから色素の同定を行った。

実験結果および考察

大型ニジマス加工品の試作 先ず海産魚の製法（谷川，1967；野中ら，1976；太田，1980）に従って試料の鰹，内臓を除去して水洗，水切り後20～23%の食塩を腹腔に3と魚体間に7の割合でふり撒き，背立ての平詰にし， 4°C で25日間塩蔵後，水切り，真空包装して塩蔵品を作り，その後の変化を防ぐために -20°C で保存した。次いで，上記の操作に従って20%食塩で仮漬後水洗いしてから酒粕25%，焼酎2.5%，砂糖1.25%になるように調味料を加え，さらに2週間漬込んだ粕漬製品および仮漬してから味噌25%，焼酎2.5%，みりん2.5%等を添加した味噌漬を試作した。また，米酢であらかじめ処理して乾燥後再び酢20%と砂糖5%に7日間漬けた酢漬を製した。同様にしてこうじ15%や糠21%を添加処理したこうじ漬や糠漬も作製した。さらに5時間の水晒し後3枚に卸して塩干品は10%食塩に，みりん干しはみりん，砂糖，食塩などの調味液に漬けてから乾燥と冷蔵を交互に繰返して乾燥する塩干しとみりん干しの2種類の干物を製した。また，3枚に卸してから食塩，砂糖，コショウで処理し，乾燥後くん液を5時間透過させる液くん法によってくん製品を調製した。

上記の諸製品は原料の処理から始まって塩漬脱水後塩蔵品を除き，目的に応じて幾度も調味液に漬けたり，取り出して乾燥したりするというように手間が煩雑であった。また，製品が出来上る迄に塩干し，みりん干し，くん製品は7～10日で済むが，塩蔵品，粕，味噌，こうじ，糠漬は25～29

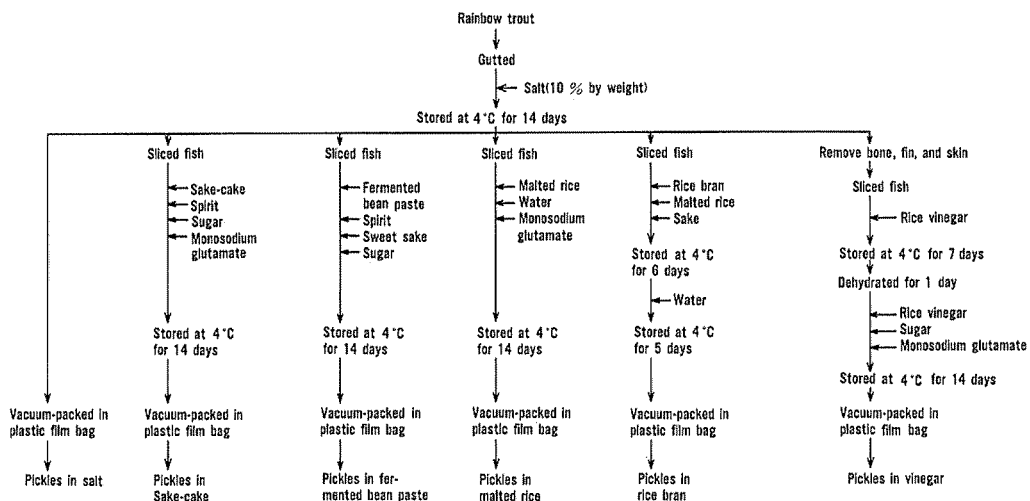


Fig. 1. Preparation of rainbow trout pickles.

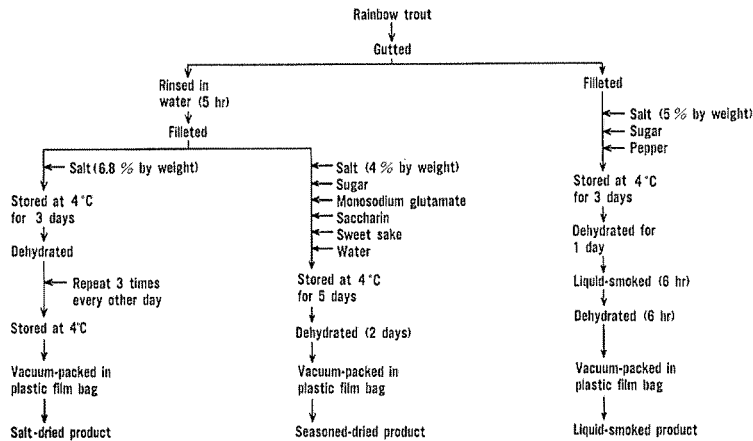


Fig. 2. Preparation of dried and smoked products of rainbow trout.

目を、酢漬に至っては36日間の時日を要すること、全般に製品の味が濃過ぎることなどが指摘された。魚介類の調理には粘液質の除去や魚臭の防止の目的で多量の食塩を使用するのが通例で、そのために今日食塩の摂り過ぎが問題になっており、成人病の予防治療の観点から低塩食品に対する関心が消費者の間に高まっている。そこで、食塩量を約1/2に減少すること、および製法を簡便にすることの二点に留意して、原料を一斉に10%食塩で2週間塩蔵後 Fig. 1 に示すような処方に従って各種の漬物を製造した。また、同様に干物とくん製品を Fig. 2 の方法で作製した。

試作品は酢漬を除いて加熱して食する調味食品であるが、官能検査の結果をより具体的に把握できるように形容詞の対からなる17の評価尺度を Semantic Differential 法(山口ら, 1968; YAMAGUCHI & KIMIZUKA, 1979; 山口ら, 1982)を参考にして準備した。Fig. 3, 4 に結果を図示したが、上から10項目は普通を0, 強さの程度を+1, +2, 弱さの程度を-1, -2の5段階に分けて印をつけるやり方で、下の7項目は感覚的および総合的嗜好を5段階に分けて評価したものである。パネルは滋賀県醒井養鱒場が指定した15名で県職員、養鱒業者および一般消費者の代表から構成された。評価尺度を平均値から算出し、比較すると、20%塩漬製品は歯ごたえはあるが、塩味が強過ぎる上に、色や光沢が劣るとされたのに対して、10%塩漬品は塩辛さが減少して、色、光沢も改善され、舌ざわりやコクも増して、味にまるみが生じ、評価が高まっている。同様の傾向は粕漬にも当てはまり、10%食塩で仮漬けたものは歯ごたえが下った分だけ、塩辛い味が減って、光沢はもとより風味やこくも増していた。味噌は川魚臭などくせのある臭いを隠蔽するのに格好の調味料であるが、改良法の製品は香りや味についてプラス、マイナスの個性が弱まり、総合評価の中で、光沢、舌ざわり、コクが良くなっている。こうじや麹はそれ自身の味や香りに特長があり、塩辛さが表面に目立たなくなっているために、粕漬ほどの効果は認められないが、外観、味覚共に若干良くなっているように見受けられた。

酢漬製品は常法の方が良い香味パターンを呈したが、食酢は塩辛さを抑えて味に深みをもたらす作用が知られているので、食塩の減少は食酢本来の酸っぱさを強めるのに役立ったものと考えられる。なお事前に酢に漬ける方法を省略して乾燥後米酢と砂糖の混液中で漬込むと低塩処理したものでも良好な評価を示すことがわかった。

干物について見れば (Fig. 4), 常法の塩干物が他の製品と同様に、歯ごたえも強く、塩味も+1

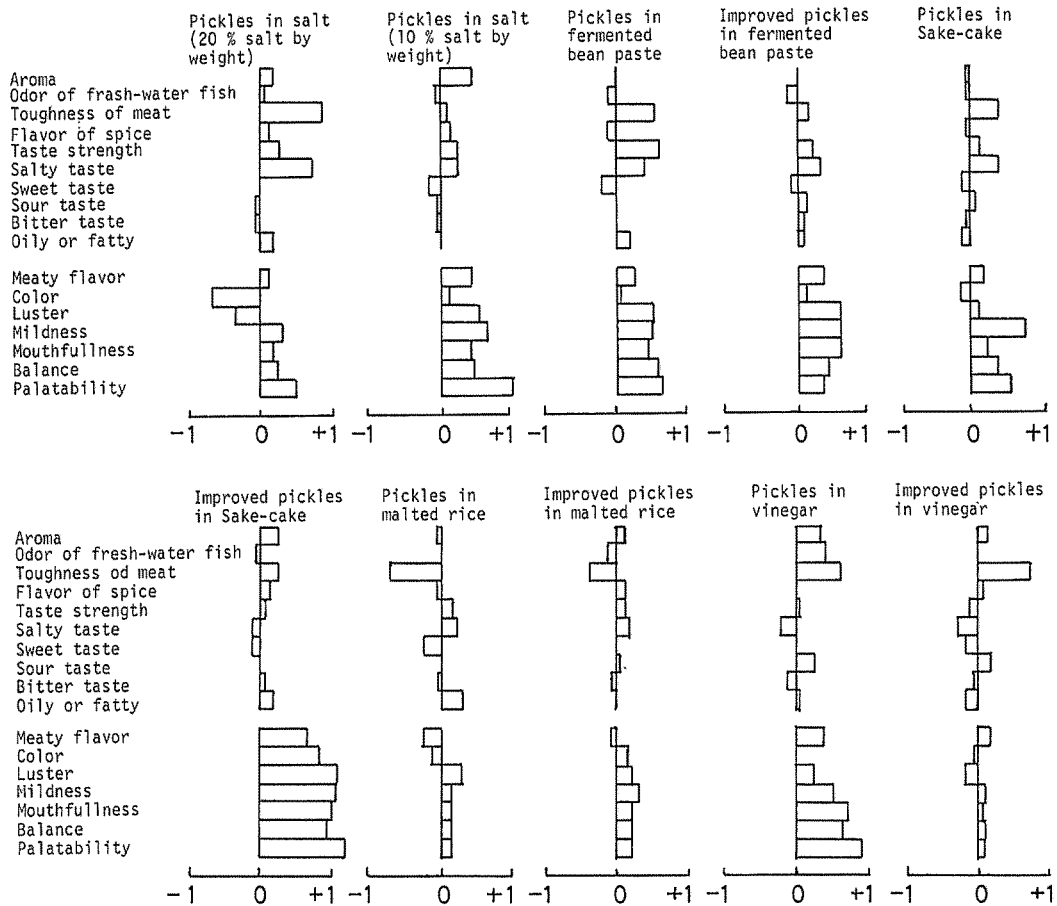


Fig. 3. The profile test of pickles of rainbow trout.

を示している。塩辛さのために川魚臭は低塩の干物より低い。しかし10%食塩処理のものは塩辛さも減じ、色、光沢ならびに味覚のバランスがとれていることがわかる。製品の外観も常法に劣らない良質品が得られた。みりん干しは常法によって作ったものは味は良いが、菌ごたえのよい割には組織がもろく、良質品とは言えない。まして改良品はさらに不評であったが、この原因は約9%の高い脂質含量に由来するものと考えられ、海産のウマズラハギなどと比較して(李ら, 1982)ニジマスはみりん干しには不向きであろうと判断された。くん製品は低塩で味付けしたものが遙かに味の調和がとれているように見受けられた。なお、缶詰製品は頭、内臓を除去、15%食塩中に数時間浸漬して2cmの厚さに切断後、平3号缶に肉詰めしてから0.5g食塩を加えた。水煮缶詰(Shostrom *et al.*, 1924)は少量の水を、油漬缶詰はサラダオイル20mlを加えて巻縮、加熱して製した両缶詰は半年後の官能試験で淡白なサケ缶のような風味を与え、肉も縮って高い評価を得た。

以上、ニジマスの加工試作品は塩蔵品、粕漬、味噌漬、こうじ漬などの漬物と塩干、くん製品お

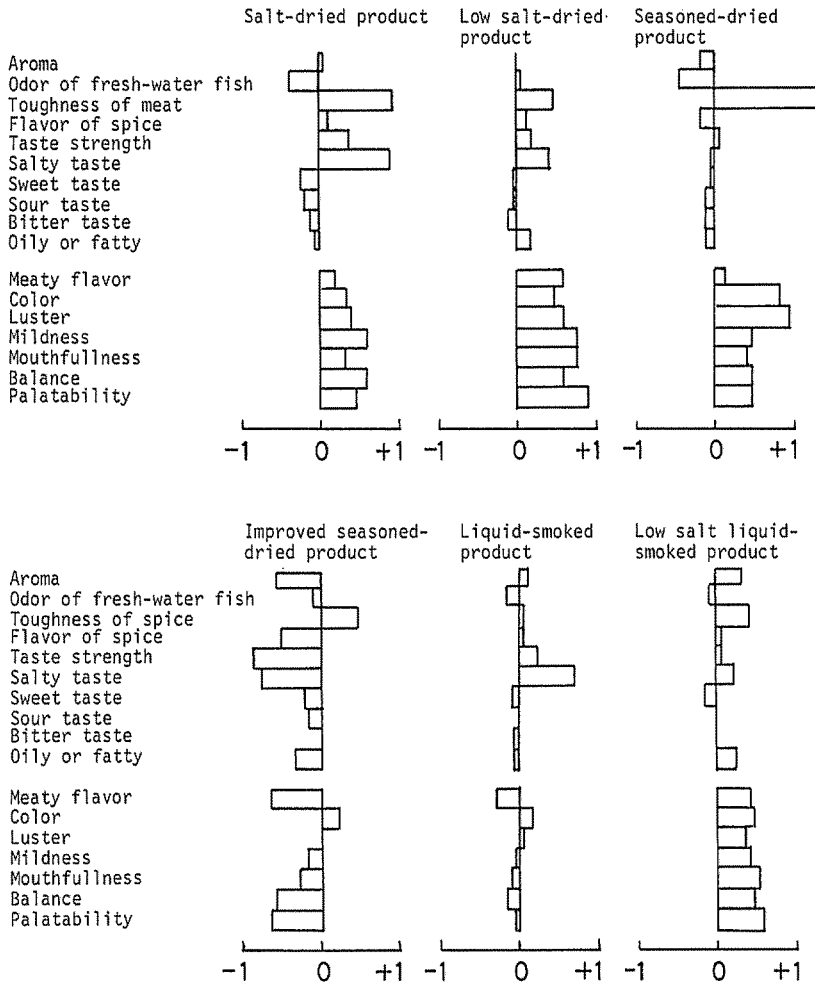


Fig. 4. The profile test of dried and smoked products of rainbow trout

よび水煮，油漬缶詰が大型ニジマス加工品に適していると判断された。海産魚や他の淡水魚に比較してニジマス鮮魚は比較的魚臭も軽度で味も淡白であるために，調理原料としても扱い易い魚種の部類に属していると言える。したがって，大型ニジマスは各種の調理加工品として優れた資質を備えていることになるが，同時に肉質が柔弱で崩れやすい欠点も有しているので，利用前に脱水操作が必要となる。今回は脱水に食塩を使用した，さらに食塩含量を低下するには皮を剥いだ三枚御身を低塩乾燥すれば同様の効果が可能になり，肉質の変化に対する影響も小さいことを知った。この試料を用いれば各種の調味料による漬込み期間は数日で済むことがわかった。なお，10%塩蔵品の漬込みを14日間から7日間に短縮しても製品の品質は変わりなく，肉中の塩分量は3~4%になることを確かめた。ニジマスの特質によるのであろうが，従来の製法に比べると食塩添加量を約1/2に減少した製品の方が味のバランスもとれてむしろ良質品と判定され，いずれの製品も相互に優劣がつけ難い結果を得た。作業の簡便さ，製造期日，および製造コストなどを考慮に入れると，10%塩蔵品が最も好適であると認められ，昭和56年度の滋賀県国体に「ニジマス琵琶巻」と名称され選

手団の献立に採用された。大型ニジマス約16トンが50%の歩留りで処理され、10%食塩を撒塩してコンテナ中で4°C、8日間漬込まれ、真空包装後-20°Cに凍結されて弁当業者の手で焼物として約15万食分が調理された。塩蔵品を調理した業者から塩焼の他に天プラ、寿司、フライ、マリネ、バター焼、鍋物などの食品素材としての用途に使いたいと提案された。

ちなみに国体に参加した各層から成る591名を対象にしたアンケート結果によれば、塩加減は86%、味は96%、おかずとしての適否については97%が良好であると答えている。

塩漬製品の化学組成 ニジマス鮮魚と10%塩蔵ニジマスの一般成分を Table 1 で比較すると、粗灰分は塩蔵品の方が鮮魚の3倍含まれたが、肉中に滲透した食塩の影響と考えられる。しかし、粗たんぱく質、粗脂肪は鮮魚より低く、水分量も若干製品の方が高くなっている。食塩処理は魚肉の脱水を招く筈であるのに成分に差異が認められないのは個体差によるものと推定される。

Table 1. Chemical composition of raw and salted product of rainbow trout
(% on wet basis)

Sample*	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Free amino acids	Salinity
A	67.0	23.0	8.5	1.2	0.3	0.2
B	70.8	18.7	5.9	4.6	0.4	2.2
C	—	—	—	—	0.8	4.2

* A: raw fish.

B: preserved in 10% salt by weight.

C: preserved in 20% salt by weight.

また、鮮魚、10%、20%塩漬ニジマスからエキス成分を調製して、アミノ酸および塩分濃度を測定すると、アミノ酸は鮮魚より10%区が若干高く、20%区は約3倍量に増加している。一方、塩分は10%塩漬が2.2%に、20%塩漬が4.2%に上っており、10%食塩添加区の脱水効力は20%に比較して約1/2であることが塩分濃度とアミノ酸量から明らかであった。20%塩漬製品がアミノ酸濃度が高いにも拘らず不味であるのは、塩分が強過ぎるために旨味や甘味などが味覚として認識されないのに反して、10%塩漬製品は塩分とアミノ酸のバランスがとれて総合評価を高めているものと考えられる。

10%塩蔵ニジマスの保存試験 低塩ニジマスは品質の面からは好評であったが、食塩量を抑えた分だけ製品の保存性が劣る心配がある。製品の保管条件を探り、食品衛生上の安全性を確かめるために、VBN量、一般細菌数および病原性細菌の有無を検討した(HANZAWA and TAKEDA, 1931)。10%塩蔵ニジマスを20°C、4°C、-20°Cの3条件下で10日間保管後最も汚染が懸念される腹腔表面の部分(5×3×0.2cm)を切りとり、試験用の試料とした。

肉中のVBN量はFig. 5のように4°C、-20°Cに置いたものは14~15 mg/100gの値を試験期間を通して維持したが、20°Cに放置したものは5日後には22 mg/100g、7日間経過すると35 mg/100gに増加していた。一般にVBN量が30~40 mg/100gに達した時が初期腐敗とされている。

4°C、-20°Cに保存した魚体の一般細菌数は5日間は 10^5 、7日後には 10^6 ~ 10^7 の菌数を示し、保存状態は極めて良好であった(Fig. 6)。20°Cに置いたものは3日間で 10^7 近くに、5日後で 10^8 に、10日後には 10^{11} に上昇していた。一般に1gの筋肉に 10^5 ~ 10^6 の生菌数が初期腐敗の目安になっている。ただし、今回の試料は腹腔内の細菌が繁殖しやすい場所を選んで採肉したもので厳密な比

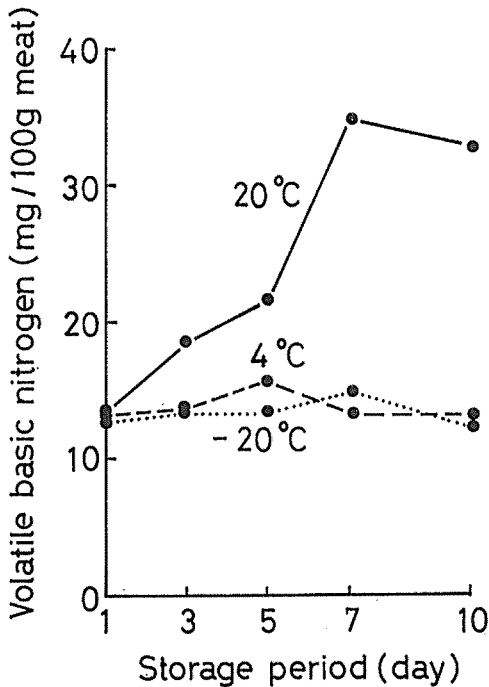


Fig. 5. Concentration of volatile basic nitrogen in low salted products of rainbow trout stored at various temperatures.

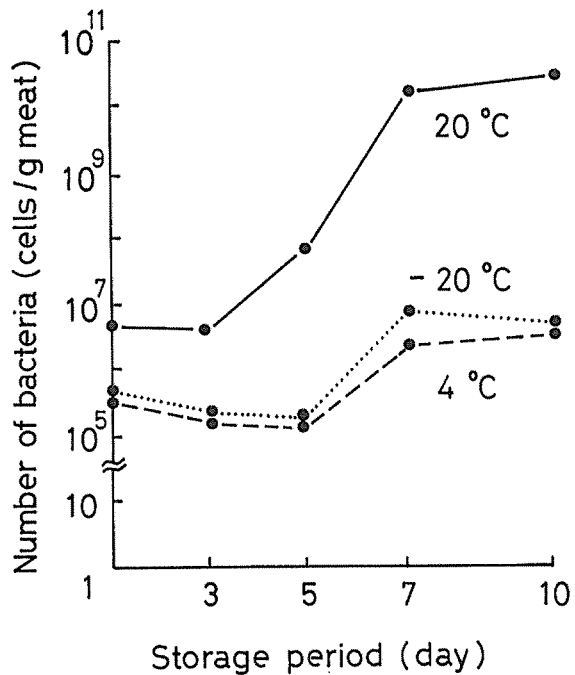


Fig. 6. Changes in the number of heterotrophic bacteria in low salted products of rainbow trout stored at various temperatures.

較にならぬと考え、常法によって採肉し再度測定したところ、ほぼ同様の結果を得た。したがって、10%塩蔵品は常温なら3日以内、低温貯蔵したときは10日間は安全と推測されるが、鮮魚と同様に製造後直ちに冷凍貯蔵して、調理直前に解冻するのが食品衛生上望ましいと言える。なお全製品は真空包装を施したので20°C保存区でもカビの発生は認められなかった。

次いで食中毒に関係が深いと目される *Staphyrococcus aureus* の検索のためにブドウ球菌の培養を行なったが、低温保存したものに0~10⁴、常温保管したものでは10⁵~10⁸の菌数が計数された。しかし、この中から *S. aureus* に特有のマンニト分解とゼラチン液化能の両性質を兼ね備えた菌は検出されなかった。また、腸炎ビブリオの分離を試みたが、特有の青緑色で中心部が濃緑色のコロニーは発見できなかった (Table 2)。なお、滋賀県立衛生環境センターでも同様の検査が実施され、黄色ブドウ球菌、セレウス菌、腸炎ビブリオ菌、サルモネラ菌、ウェルシュ菌など食中毒起因性の病原菌は全く検出されないことが証明された。

各種餌料によるニジマス肉色の改良試験 食品の色は食欲に影響を与える重要な因子である。とりわけ塩蔵品のような製品は肉色の好し悪しが嗜好性や消費拡大に強く関与すると思われる。サケ科魚類がアスタキサンチン以外にカンタキサンチンを吸収、蓄積する報告に基づいて (THOMMEN & GLOOV, 1965; DEUFEL, 1965; SCHMIDT, 1969)、従来からカンタキサンチンを30 mg/100gペレットに添加して色揚げする努力が成されてきた。その肉色は黄褐色に着色するが、サケ様の肉色には程遠い。そこでアスタキサンチンを含むスジエビを餌料として投与し、その着色効果を Fig. 7 で総カロテノイド量によって比較した。1区の市販ペレット区に比べて2区のカンタキサンチン30

Table 2. Changes in the number of staphylococci and vibrios in low salted products of rainbow trout stored at different temperatures

Bacteria	Storage temperature	Storage day					
		2	4	6	8	10	12
Staphylococci	25°C	2.5×10^5	7.0×10^5	1.7×10^7	3.5×10^7	3.5×10^8	—
	4°C	0	0	6.5×10^3	1.2×10^5	0	4.7×10^4
Vibrios	25°C	3.0×10^4	6.5×10^4	3.0×10^4	—	3.5×10^4	—
	4°C	—	—	0	—	0	3.2×10^3

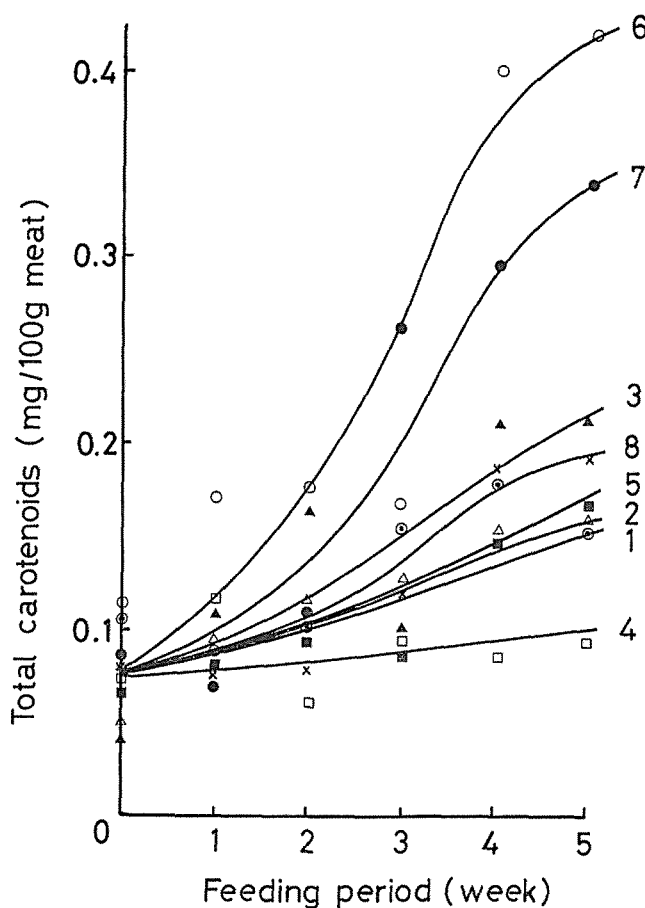


Fig. 7. Accumulation of carotenoids in rainbow trout meat. 1(—○—), commercial pellet; 2(—△—), commercial pellet supplemented with canthaxanthin (30 mg/100 g diet); 3(—▲—), commercial pellet supplemented with canthaxanthin (60 mg/100 g diet); 4(—□—), commercial pellet supplemented with shrimp (30 %); 5(—■—), commercial pellet supplemented with shrimp (50 %); 6(—○—), frozen shrimp; 7(—●—), boiled-frozen shrimp; 8(—×—), dried shrimp.

mg/100 g 添加餌料が、さらに、3区の60 mg/100g 餌料の方が5週間後に総カロテノイド量は増加しているが、最も着色効果が著しかったのは6区の冷凍スズエビ投与区で7区のボイルスズエビがそれに次いだ。両区の肉色は2~3週間で赤くなり、5週間後には当初の3~4倍蓄積して筋肉100 g 当り6区が0.41 mg、7区は0.35 mg に達し、典型的なサーモンピンク色を呈した。4区のスズエビ30%添加ペレットおよび5区の50%添加ペレットでは6区、7区の様子に著明な結果は得られなかった。ただし、餌料中の色素が魚体にどれだけ取込まれたかを転換効率で算出すると、スズエビ添加ペレットが45%で最も高く、次いで冷凍スズエビ餌料が27%、カンタキサンチン添加ペレット(60 mg/100 g)は16%であった。ニジマスが生スズエビを食べ慣れていないことやキチン質の殻でおおわれているために消化、吸収効率が劣るものと推定される。カンタキサンチンを従来の2倍の60 mg/100 g に増加するだけでも肉色はかなり赤褐色に改良されたが、鮮紅色の肉色に色揚げするにはアスタキサンチン源を直接添加する以外にない。既に、オキアミオイルの餌料化が研究されているが、新用途の開発が望まれているスズエビを餌料化するとすれば生スズエビ100g中に約2.5 mg アスタキサンチンが含まれ、乾物換算して50%添加餌料を作ると餌料に約6 mg/100 g 含まれる計算になる。50%添加餌料中のカロテノイドを実測すると0.57 mg/100 g となり、乾燥、成形過程で約90%が分解消失したと思われる。乾燥、粉砕、ペレット化の工程に工夫をこらせば歩留の向上が期待できるものと推定してさらに実験を進行中である。

ニジマス筋肉中のカロテノイド色素の組成 総カロテノイド量のみでは正確に筋肉中に分布する色素を説明したことにはならない。カンタキサンチンを給餌した場合には黄味を帯びており、スズエビ投与したものは鮮紅色を呈するので、両者の色素組成を TLC で比較した。粗抽出液をジクロロメタン：酢酸エチル(4:1)で展開すると Rf 0.2 付近に黄色と橙黄色の、Rf 0.4 に淡赤色の、Rf 0.67 に淡紅色の4つのスポットが検出された。標品として日本ロッジ社のカンタキサンチン、アメリカザリガニから単離したアスタキサンチンを用い、ルテインは卵黄から、ゼアキサンチンはスピルリナから抽出単離した。標品の Rf とベンゼン、ヘキサン、クロロホルム、二硫化炭素に溶解したときの吸収極大値から未知の4スポットは下からゼアキサンチン、ルテイン、アスタキサンチン、カンタキサンチンと同定された。

試験開始時には無着色のニジマスの肉色は2~3週経過するとカンタキサンチン添加区は黄色を帯び、スズエビ投与区は鮮紅色に着色するが、脂溶性色素の組成が週を追うにつれてどのように変化するかを TLC 上に展開後、島津二波長クロマトスキャナ CS-910で測定し、面積比で比較した(Fig. 8)。カンタキサンチン添加区では開始時22%あったものが2週目に54%に、そして5週間後では61%に増大し、当初の7倍蓄積されていた。一方、スズエビ餌料投与区では2週間で54%と一挙に開始時の約7倍に急増し、5週後には61%に増大して、その分だけカンタキサンチンとゼアキサンチンの比率が減少していた。なお、市販ペレット投与区の肉に既にカンタキサンチン22%、アスタキサンチン8%、ルテイン26%およびゼアキサンチン43%が同定された原因を追究するために、ペレットの色素組成を調査したところ、コーングルテンミールに含まれる色素類に由来することが判明した。

ニジマスは元来自身で、他の川魚に比して香味も比較的淡白である。したがって特色がない点が短所ともなるが、同時にたんぱく質加工原料として見ると多様性が期待できる。肉色の改良は鮮魚に近い形で消費する際の好例である。餌料を適切にコントロールすれば自身のほかに黄色(ルテイン、ゼアキサンチン)、黄褐色(カンタキサンチン)、鮮紅色(アスタキサンチン)のごとくに望みの

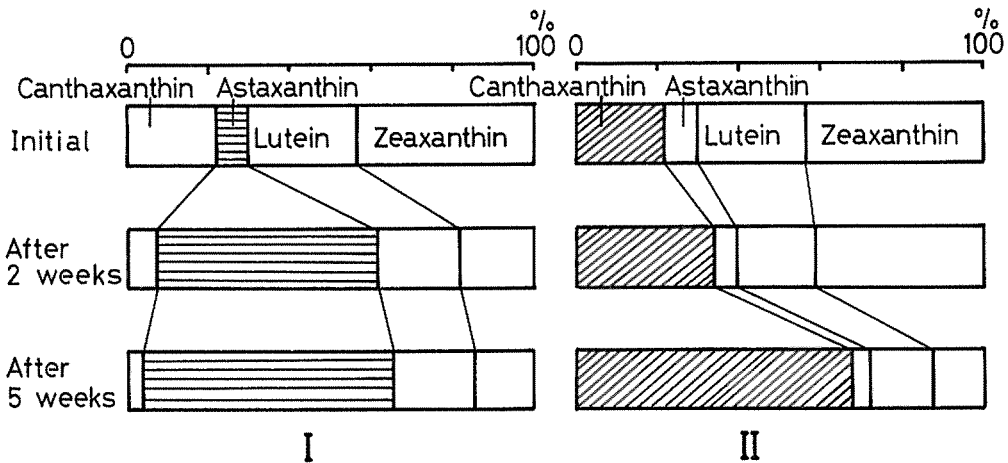


Fig. 8. Changes in the composition of carotenoids isolated from raw meat of rainbow trout fed on fresh-water shrimp, *Palaemon paucidens* (I), and commercial pellet supplemented with canthaxanthin (60 mg/100 g diet, II).

肉色を生産することが可能になり、多様化した食生活に彩りを添えて、流通面でも興味深い問題として注目されるかも知れない。また、一旦、着色した魚は相当期間退色しないので、肉色を保持しうる点でも注目される。

近時、畜肉の普及化によって魚離れが進行している（長崎，1981）。とくに海産魚の高騰は古来から日本人が親しんできた魚介類を敬遠する方向に流れ、廃棄物の処理や小骨の存在が魚離れに拍車をかけている。一方、魚類は栄養面から多くの特色が報じられており、バランスのとれたたんぱく源として健康な生活に欠かせないものと認識が高まりつつある。天然魚と異なり、淡水魚の養殖魚は生産量も予測できるし、サイズも自由にそろえられる利点がある。その利用法は一部に限られている現状なので、手軽でしかも食べ易く、香味に優れた加工法の開発は今後の課題と考えられる。

要 約

1. 大型ニジマスの新需要開拓を目的として塩漬、粕漬、味噌漬、酢漬、こうじ漬、糠漬等の各種漬物類および塩干品、みりん干し、くん製品、水煮、油漬缶詰を在来法と塩分を下げて作業を簡易化した改良法によって製造した。試作した製品を官能試験によって評価した結果、酢漬とみりん干しを除いていずれも改良法の方が香味に優れ好評であった。とりわけ10%の食塩で塩蔵した低塩塩漬製品は味覚のバランスもよく、操作の簡便さやコスト面から推奨された。

2. 低塩塩漬の保蔵試験のために VBN と一般細菌を測定したところ、4°C 以下の低温で少くとも10日間は貯蔵可能であった。また、食中毒性の病原菌となる *Staphylococcus aureus* および腸炎ビブリオは製品から検出されず食品衛生的にみても安全と判定された。

3. ニジマスの肉色を改良して食感を向上させるために肉色の色揚げを試験した。淡水産スジエビを冷凍あるいはボイルしたものが最も好成績で、スジエビ乾燥品、スジエビ粉末添加ペレットおよびカンタキサンチン添加ペレットを給餌したものの間に大差は認められなかった。着色効果は2

～3週間で顕著になり、5週間後筋肉中の総カロテノイド量は冷凍スジエビが0.41 mg/100 g、ボイルスジエビ区では0.35 mg/100 gに達し、鮮やかなサーモンピンク色を呈した。肉中のカロテノイド組成はアスタキサンチン61%、ルテイン20%、ゼアキサンチン15%、カンタキサンチン4%でアスタキサンチンは当初の7.5倍蓄積された。餌料からの転換効率はむしろスジエビ添加餌料の方が45%と高く、生スジエビ投与区では27%であった。

この研究は、昭和55、56の兩年度滋賀県の依頼を受けて実施したものである。なお、東京大学農学部山口勝巳助教授ならびに幹渉氏にはカロテノイドの分析方法についてご懇篤なご指導をいただいた。また、水産生物化学講座の浅井孝徳氏と青木信子氏には実験ととりまとめに協力をお願いした。記して心からの謝意を表す。

文 献

- 荒木 峻編, 1972. 公害分析指針, 大気編1—C, 日本分析化学会関東支部編, 共立出版, 3-5.
- CONWAY, E. J., 1957. 微量拡散分析及び誤差論 (石坂音治訳). 南江堂, 75-157.
- DEUFEL, J., 1965. Pigmentierungsversuche mit Canthaxanthin bei Regenforellen. *Archiv für Fischereiwissenschaft* 16, 125-132.
- HANZAWA, J. and S. TAKEDA, 1931. Microbiological Studies on the Reddened Salmon. *Arch. Mikrobiologie*, 2, 1.
- MCBETH, J. W., 1972. Carotenoid from Nudibranchs. *Comp. Biochem. Physiol.*, 41B, 55-68.
- 野中順三九・橋本芳郎・高橋豊雄・須山三千三, 1976. 水産食品学, 恒星社厚生閣, 1-279.
- 太田冬雄編, 1980. 新水産学全集, 水産加工技術, 恒星社厚生閣, 150-160.
- 長崎福三, 1981. 魚食の民—日本民族と魚—, 羽生印刷所, 13-36.
- 李 応昊・大島敏明・和田 俊・小泉千秋, 1982. ウマズラハギ調味乾製品の試作ならびにその品質の安定性について, 食工誌, 29, 393-399.
- SCHMIDT, P. J., 1968. Indirect Pigmentation of Salmon and Trout Flesh with Canthaxanthin. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26, 357-360.
- SHOSTROM, O. E., R. W. CLOUGH and E. D. CLARK, 1924. A Chemical Study of Canned Salmon—I. Variations in Composition of the Pacific Coast Salmons and Steelhead Trout as Influenced by Species and Locality Where Caught. *Ind. Eng. Chem.*, 16, 283-289.
- 谷川英一, 1967. 水産加工学, 恒星社厚生閣, 1-357.
- THOMMEN, H. and U. GLOOR, 1965. Zum Vorkommen von Ketocarotenoiden in der Forelle. *Z. Naturwissenschaften*, 52, 161-162.
- 山口静子・吉川知子・池田真吾・二宮恒彦, 1968. グルタミン酸ナトリウムと5'-グアニル酸ナトリウムの呈味の相乗効果, 農化, 42, 378-381.
- 山口静子・山中フサ子・高橋史人, 1982. 甘味物質最近の話題, —アスパラテームをめぐる—, 臨床栄養, 61, 43-48.
- YAMAGUCHI, S. and A. KIMIZUKA, 1979. Psychometric Studies on the Taste of Monosodium Glutamate. *Advances in Biochemistry and Physiology*, Raven Press, New York. 35-54.