氷蔵および凍蔵中におけるコノシロのかまぼこ原料としての特性の変化

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者名	福田,耕一 加藤,登 市川,寿 野崎,征宣 田端,義明
発行元	日本水産學會
巻/号	57巻8号
掲載ページ	p. 1523-1530
発行年月	1991年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

Nippon Suisan Gakkaishi 57(8), 1523–1530 (1991)

氷蔵および凍蔵中におけるコノシロのかまぼこ原料としての特性の変化

福田耕一，加藤　登，市川　寿，
野崎征宣，田端義明

(1991年1月16日受付)

Changes in Properties of Meat from Gizzard Shad as Raw Material for Fish Jelly Products during Iced or Frozen Storage

Koichi Fukuda,[*1] Noboru Kato,[*2] Hisashi Ichikawa,[*3]
Yukinori Nozaki,[*3] and Yoshiaki Tabata[*3]

Properties of gizzard shad which were stored at low temperature as raw material for fish jelly products were studied.

From the viewpoint of gel-forming ability, this fish was classified into the group of easy-setting and easy-disintegrating fish such as sardines. Hunter whiteness of *kamaboko* obtained was about 20% less than that of white-meat fish such as Alaska pollack. The fish exhibited a strong gel-forming ability such as that of lizard fish.

Gel-forming ability of the fish decreased to about 70% of the original ability during 12 days iced storage. The tolerant period of iced storage of the fish as material for fish jelly products was estimated to be about 10 days.

Gel-forming ability of frozen fish meat was about the same as that of unfrozen fish meat. Minced fish meat stored at −25°C which was frozen after being washed with alkaline-salt solution showed fairly strong gel-forming ability even after a frozen storage period as long as 6 months, while the fish meat which was frozen after being washed with water had weak gel-forming ability.

The gel-forming ability of the minced meat washed with alkaline-salt solution or water was found to be significantly correlated to total myofibrillar Ca-ATPase activity and the solubility of myofibrils in the minced meat which was stored on ice or frozen stored at −25°C. No such correlation was observed in the case of minced meat frozen stored at −50°C, even though alkaline-leaching was employed.

近年，諸外国の専管水域が世界的に定着し，スケトウダラ等の北洋魚種の確保が逼迫している。したがって，国内沿岸海域の低利用魚種あるいは未利用魚の加工原料としての見直しあるいは開発が重要な課題となってきた。また，水産ねり製品加工業の周年操業のためにも加工原料の多元化と安定供給化を図る必要がある。

コノシロは，国内では本州以南の沿岸に分布し，各地で漁獲されて主に惣菜用などに利用されているが，鮮魚としての用途が狭く，加工にはほとんど利用されていない。このことから流通価格が低迷し，時として多量に漁獲されると廃棄されることもある。コノシロは比較的多量にかつ安定な漁獲が可能と考えられるので，その加工適性，低温貯蔵耐性を調べることはこの魚種の利用上重要であると考えられる。

コノシロの肉のゲル化特性については，塚正と志水の研究[1]があり，本魚種の肉は“潜在ゲル形成能”の指標から強足グループ（アマゴなど）と弱足グループ（カタクチイワシなど）の中間の普通グループに属し，“坐り指数”および“戻り指数”より判定すると坐りやすく戻りやすい魚種に区分される。さらにウルメイワシ型の通常の戻りタイプに属し，戻りの至適温度が70°Cであるなどの特徴がすでに明らかにされている。しかし，原料魚

*1 株式会社紀文食品鳥栖工場 (Kibun Shokuhin Co. Ltd., Tosu Factory, Fujiki, Tosu, Saga 841, Japan).
*2 株式会社紀文食品 (Kibun Shokuhin Co. Ltd., Ginza, Chuo, Tokyo 104, Japan).
*3 長崎大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Nagasaki University, Bunkyomachi, Nagasaki, Nagasaki 852, Japan).

の氷蔵あるいは凍蔵によるゲル化特性の変化についての研究例はないので本研究を行った。

実験方法

実験材料 供試魚は，6月長崎県沖有明海の小型トロールで水揚げされ氷詰めして長崎魚市場に入荷したコノシロ (Gizzard shad) *Clupanodon punctatus* を用いた。供試魚のサイズは，体長 24 cm，体重 108 g，肉の一般成分の平均値は水分 79.3%，粗タンパク質 17.8%，粗脂肪 1.8%，粗灰分 1.4%，pH 6.35 であった。

氷蔵，冷凍および貯蔵 氷蔵は砕氷を敷いた木製トロ箱 (14×38×60 cm) に供試魚を入れ，さらに砕氷で覆い (供試魚 1: 氷 4) 低温室 (約 5°C) に貯蔵した。凍蔵は，急速凍結のものは，供試魚をブライン散布式凍結装置 (東洋製作所製サットコール，ブラインとして 50% プロピレングリコールを使用) で −20°C のブラインを供試魚に直接散布して凍結し，魚体の中心温度が約−20 °C に到達したとき，一部を −25°C に，他の一部は −50°C の冷凍庫に移して貯蔵した。緩慢凍結のものは，供試魚を −25°C (送風式) および −50°C (静止空気式) の冷凍庫内で凍結し，そのまま貯蔵した。凍結時の温度モニターは自記温度記録計 (宝工業製 D613 型) で行った。なお，本報における貯蔵期間は，入手後の日数あるいは月数で示した。

かまぼこの調製 供試魚を一定期間毎に取り出し，凍結および凍蔵したものは流水解凍後，2枚に卸し，血合肉が混入しないように採肉クリアランスを調整したスタンプ式採肉機で落し身を採取した。水晒は，落し身に対し5倍量の清水で3回洗浄する清水晒，および志水[2]によるアルカリ塩水晒の2方法で行った。加圧脱水後，1度肉挽機にかけた。挽肉に食塩 3% を添加し，水分含量を 81% になるように蒸溜水を加えて調整後，低温室 (約 5°C) で 30 分間擂潰した。摺りあがった肉糊は塩化ビニリデンのケーシング (折れ径 5 cm) に詰め，40°C で 60 分間坐らせたのち，90°C で 30 分間加熱後，氷水中で急冷し測定試料 (以下，試料と略) とした。なお，本報のかまぼこ調製における加熱は二段加熱を行ったが，これは長崎地方のかまぼこ調製に常時用いられているので，ゲル形成能の評価に便利であると考えたためである。また，温度-ゲル化曲線供試用の肉糊については，0.1 N NaOH で pH 7.0 に調整し，同様に袋詰めしたものを種々の温度 (30～90°C, 10°C 間隔) に 20 分間あるいは 120 分間加熱後，氷水中で急冷し試料とした。試料は，一夜低温室 (約 5°C) に放置後，室温に戻してからゲル形成能およびハンター白度の測定に供した。

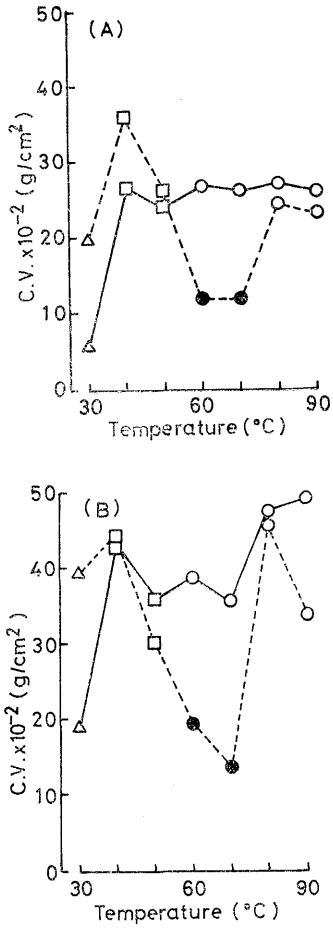
かまぼこのゲル形成能およびハンター白度の測定 かまぼこのゲル形成能は破壊強度 (Curd meter value, 以下 C.V. と略) を前報の方法[3]で測定した。すなわち，山本式フードチェッカー (サン科学製) を用いて，厚さ 15 mm の試験片に直径 2 mm の平面プランジャーをあて，試料台の上昇速度 0.6 mm/秒で測定し，破断時の応力を g/cm^2 で表した。なお，同一試料について 10 回測定しその平均値を試料の C.V. とした。ハンター白度は，厚さ 20 mm の輪切りにしたかまぼこの切断面について，測色色差計 (東京電色製) を用いて測定した。

鮮度の測定 K 値，筋原繊維 (Mf と略) Ca-ATPase 全活性および溶解度を指標とした。各鮮度パラメーターの測定には，かまぼこ調製時の落し身を試料とした。K 値は，内山らの方法[4]で測定した。Mf Ca-ATPase 全活性は，落し身 4 g を用いて加藤ら[5]に準じた前報の方法[6]で調製した Mf について Mf Ca-ATPase 比活性を測定し，Mf タンパク質量を乗じて求めた。[7] Mf Ca-ATPase 比活性は，終濃度 100 mM KCl, 5 mM $CaCl_2$, 25 mM Tris-maleate (pH 7.0), 1 mM ATP, Mf 0.2～0.4 mg の存在下 25°C で反応させたのち，終濃度が 5% となるようにトリクロロ酢酸を加えて反応を停止させ，遊離する無機リン酸量を比色定量[8] して求めた。Mf の溶解度は，関らの方法[9]に準じて次のように行った。Mf 懸濁液 (10 mg/ml) に 3 M KCl-20 mM Tris-maleate 緩衝液 (pH 7.0) を終濃度が 0.6 M KCl となるように加え，氷中に 24 時間放置後，遠心分離 (10,000×g, 20 分間) し，上清のタンパク質量を求め，遠心分離前のタンパク質量に対する百分率で表した。Mf タンパク質量の測定は牛血清アルブミン (フラクション V) を標準としてビュレット法[10]で行った。なお，用いた牛血清アルブミンの純度は Kjeldahl 法によって補正した。

結果

温度-ゲル化曲線 落し身，清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉の塩ずり身の温度-ゲル化曲線を Fig. 1 に示した。これらの結果を総体的にみると，落し身，清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉のゲル形成能には多少相違がみられるが，20 分間加熱ではいずれの肉糊も 30～40°C の温度域でゲル化が著しく，80～90°C の温度域で多少ゲル形成能が増加している。また，120 分間加熱では，60～70°C の温度域で顕著なゲル形成能の劣化，すなわち戻り現象がみられた。以上の肉糊の温度-ゲル化曲線から，志水らの方法[11]を用いて坐り指数*1と戻り指数*2を求めると，落し身，清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉の坐り指数は，それぞれ 133, 115 および 103, 戻り指数はそれ

*1 坐り指数=(Se 40°C, 120 min/Se 60°C, 20 min)×100.
*2 戻り指数=(1−Se 60°C, 120 min/Se 40°C, 20 min)×100.



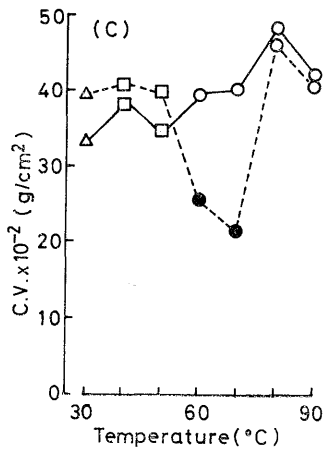


Fig. 1. Temperature-gelation curves of meat paste prepared from the meat of gizzard shad.

The meat was adjusted to a moisture content of 81% and a pH value of 7.0 by the addition of 0.1 N NaOH. The solid and dotted lines represent the gel-forming ability (Curd meter value, C.V.) for the gel prepared by 20 min and 120 min heating, respectively.

(A) minced meat, (B) ordinary leaching with water, (C) alkaline-leaching.

Symbols indicate the state of the salt-ground meat: (△) paste; (□) raw jelly; (○) *kamaboko* jelly; (●) disintegrated gel.

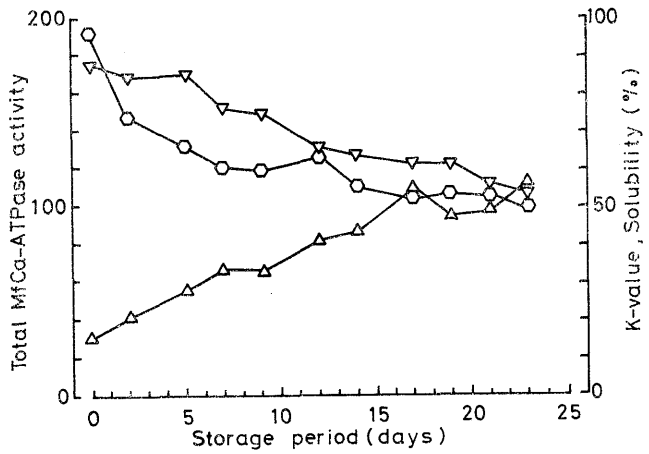


Fig. 2. Changes in K-value, total myofibrillar Ca-ATPase activity, and solubility of protein of the meat of gizzard shad during iced storage.

The unit of total myofibrillar Ca-ATPase activity is Pi μmol/min of meat (4g).

Symbols: (△) K-value; (○) total myofibrillar Ca-ATPase activity; (▽) solubility.

ぞれ 54, 44 および 71 であった。これらの結果から，コノシロは極めて坐りやすく，戻りやすい魚種に分類された。コノシロの塩ずり身の温度-ゲル化曲線は，既に塚正と志水[1]が報告しており，ゲル化曲線は V 字型を呈する，戻りの至適温度が 70°C である，坐りやすく戻りやすい魚種であるとしている。これを著者らの結果と比較すると，坐りやすさでは極めて坐りやすいという結果が得られこの点が異なったが，他は同じ結果となった。

氷蔵中のコノシロ肉の品質変化 氷蔵を 23 日間行い，その間のコノシロ肉の K 値，Mf Ca-ATPase 全活性(以下全活性と略)および溶解度を測定した。その結果を Fig. 2 に示した。氷蔵初日の K 値は 14% であったが，貯蔵期間の延長に伴い徐々に上昇し，氷蔵 17 日目に 55% を越えた。その後の氷蔵では緩慢に上昇し，氷蔵 23 日目には 57% となった。全活性は，氷蔵前で 192 Pi μmol/min (4 g) であった。松本ら[12]の方法に従い全活性の変化を一次反応式で示したときの変性速度定数 (k_D/day) から，失活は，氷蔵 7 日目で 2.8×10^{-2} と急激に，その後の氷蔵では 4.4×10^{-3} と緩やかに減少するという二段階で進行するものと考えられた。また，溶解度は氷蔵前で 87% であった。氷蔵中の溶解度を全活性と同様に一次反応式で表したときの k_D から，氷蔵 23 日目まで一段階の変性として進行 (k_D は 9.4×10^{-3}) することがわかった。清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉の C.V. およびハンター白度を測定した。その結果を Fig. 3 に示した。同図のように，かまぼこの C.V. は，氷蔵前で約 10,000 g/cm² であった。氷蔵中のゲル形成能は，氷蔵 12 日目まで緩慢に低下し，約 7,000 g/cm² となったが，氷蔵 14 日目で約 3,800 g/cm² と急激に低下した。また，アルカリ塩水晒を行ったものからのかまぼこの C.V. は清水晒を行ったもののそれに比べてわずかに高かった。ハンター白度は，氷蔵前で 45 であったものが，氷蔵 23 日目でも 40 を示し氷蔵中の大きな変化は認められなかった。

凍蔵中のコノシロ肉の品質変化 −25°C で凍蔵を 6 か月間行い，凍蔵中のコノシロ肉の K 値，全活性および溶解度を測定した。その結果を Fig. 4 に示した。K 値は，凍結前で 14% であったものが，凍蔵 6 か月目で 22% と，凍蔵中わずかに上昇したが，凍結方法の違いによる差異はほとんど認められなかった。全活性は，凍結直後急速および緩慢凍結のいずれも約 5% 程度の低下がみられた。全活性の k_D は，凍蔵 2 か月目まで急速および緩慢凍結のものでは，それぞれ 5.2×10^{-3} および 5.1×10^{-3}，それ以降それぞれ 2.4×10^{-4} および 7.2×10^{-4} と凍蔵初期に速く後期に遅いという二段階で進行した。このことより凍蔵初期では凍結方法の違いによる失活の差異はほとんどみられないが，後期では緩慢凍結のものの失活が急速凍結のそれに比べ 3 倍程度速かった。また，溶解度は，急速 (k_D は 8×10^{-4}) および緩慢凍結 (k_D は 1.2×10^{-3}) のいずれも，凍蔵 6 か月目まで一段階の変性で進行した。他方，凍結および凍蔵中のコノシロ肉より調製したかまぼこの C.V. およびハンター白度を測定した。その結果を Fig. 5 に示した。ゲル形成能に及ぼす凍結の影響をみると，凍結前と凍結直後のゲル形成能にはほとんど差異が認められなかった。凍蔵中のゲル形成能はわずかな変動がみられるが，急速あるいは緩慢凍結魚

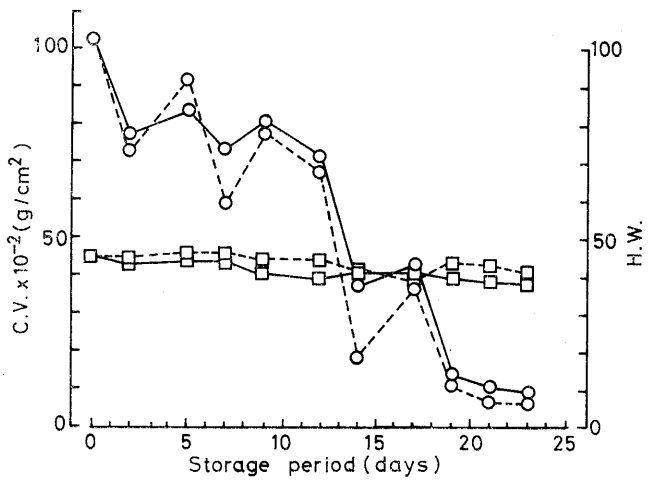


Fig. 3. Changes in gel-forming ability of the meat of iced gizzard shad and Hunter whiteness of *kamaboko* prepared during iced storage.

The solid and dotted lines represent alkaline-leaching and ordinary leaching, respectively.

Symbols and abbreviations: (○) C.V., curd meter value; (□) H.W., Hunter whiteness.

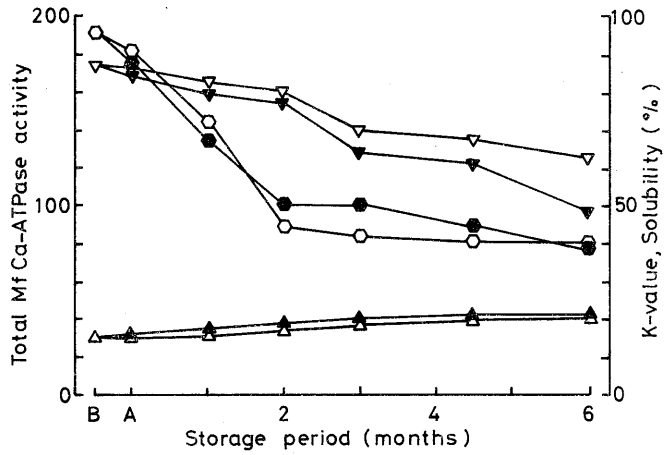


Fig. 4. Changes in K-value, total myofibrillar Ca-ATPase activity, and solubility of protein of the meat of gizzard shad during frozen storage at −25°C.

The open and closed symbols indicate the fish meat under quick and slow freezing, respectively. The unit of total myofibrillar Ca-ATPase activity and symbols are the same as Fig. 2. The letters A and B in the figure show frozen and unfrozen fish meats, respectively.

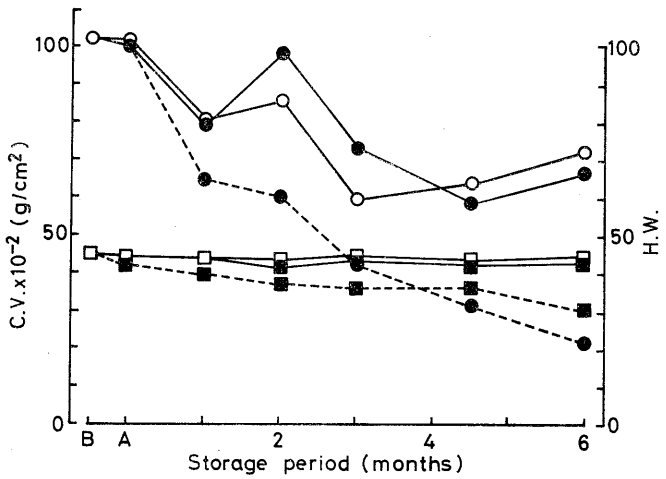


Fig. 5. Changes in gel-forming ability of the meat of frozen gizzard shad and Hunter whiteness of *kamaboko* prepared during frozen storage at −25°C.

The open and closed symbols indicate the fish meat under quick and slow freezing, respectively, and the solid and dotted lines represent alkaline-leaching and ordinary leaching, respectively. Abbreviations and symbols are the same as in Fig. 3.

のアルカリ塩水晒肉は凍蔵6か月目で凍結前の約70%とかなり高いゲル形成能を保持した。また，急速凍結魚と緩慢凍結魚のアルカリ塩水晒肉のかまぼこのC.V.には，凍蔵中大きな差異がみられなかった。緩慢凍結魚の清水晒肉は，凍蔵3か月目で凍結前の約40%，凍蔵6か月目では約20%しか保持し得なかった。ハンター白度は，アルカリ塩水晒肉では，凍蔵6か月目でも凍結前のものとほぼ同程度であったが，清水晒肉では30とかなり低下した。

次に，−50°Cで凍蔵中のK値，全活性および溶解度の変化をFig. 6に示した。K値は，凍結前14%であったが，凍蔵6か月目で急速および緩慢凍結のいずれも21%とわずかに上昇した。全活性のk_Dは，凍蔵3か月目まで急速および緩慢凍結魚では，それぞれ3.4×10^{-3}および3.8×10^{-3}，それ以降それぞれ3.3×10^{-4}および7.1×10^{-4}であり，−25°C凍蔵と同じ二段階の変性で進

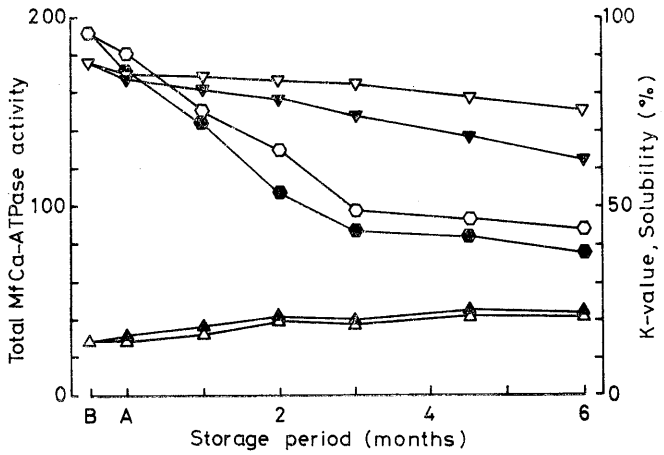


Fig. 6. Changes in K-value, total myofibrillar Ca-ATPase activity, and solubility of protein of the meat of gizzard shad during frozen storage at −50°C.
The unit of total myofibrillar Ca-ATPase activity, and symbols are the same as in Figs. 2 and 5.

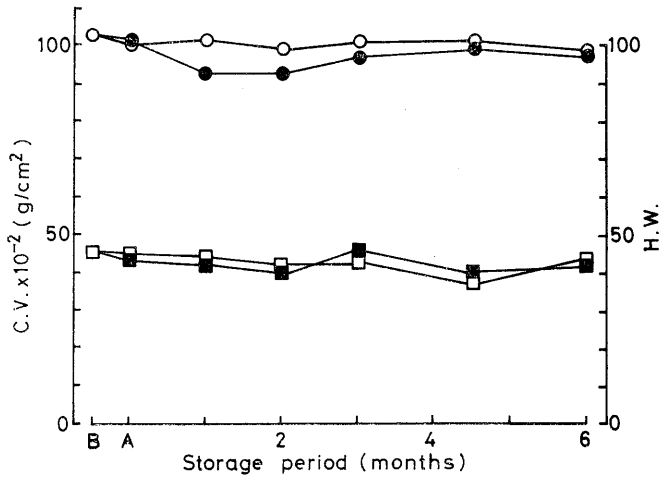


Fig. 7. Changes in gel-forming ability of the meat of frozen gizzard shad and Hunter whiteness of *kamaboko* prepared during frozen storage at −50°C.
Abbreviations, symbols, and line are the same as in Fig. 3.

行した。溶解度は，凍蔵6か月目まで急速 (k_D は 3.1×10^{-4}) および緩慢凍結魚 (k_D は 7.8×10^{-4}) のいずれも一段階の変性で進行し，−25°C 凍蔵に比べるといずれも遅かった。他方，凍結直後および凍蔵中のコノシロ肉より調製したかまぼこの C.V. およびハンター白度を測定した。その結果を Fig. 7 に示した。ゲル形成能およびハンター白度は，アルカリ塩水晒肉についてのみ検討を行ったが，急速および緩慢凍結のいずれにおいても凍蔵6か月目のゲル形成能は凍結前のそれに比べて約5%の低下となった。また，ハンター白度は，凍蔵中ほとんど変化が認められなかった。

考　　察

志水[13]は，すでにコノシロは「足の強い魚」に類別しているが，本実験の結果もこれに一致した。市場で入手直後のコノシロ肉のゲル形成能 C.V. は 10,000 g/cm^2 で，東シナ海のエソ[14-16]およびシログチ[6]では，それぞれ約 10,000 g/cm^2 および約 8,000 g/cm^2 程度であることから，コノシロは本来のゲル形成能が非常に高いものであることが認められた。また，コノシロは，ハンター白度がスケトウダラ冷凍すり身やシログチ，エソに比べて約 20% 程度低いが，本来のゲル形成能が高いことか

ら，ハンター白度は高いがゲル形成能の低い魚種（例えばカナガシラ）[17]との混合活用ができる魚種であると考えられる。

氷蔵中のコノシロ肉のK値変化は，氷蔵17日目まで速くその後ゆるやかな二段階で進行した。冨岡と遠藤の方法[18]によって求めた氷蔵17日目までのコノシロ肉のK値変化速度（%/day）は2.6であった。これはマサバの2.4，イワシの2.7およびシロギスの2.7などと同レベルにあり，[18]コノシロは比較的鮮度低下の速い魚種と考えられる。また，氷蔵中のコノシロ肉のゲル形成能は氷蔵12日目まで氷蔵前の約70%を保持しており，ゲル形成能からみた氷蔵耐性は比較的高いと考えられる。したがって，コノシロのかまぼこ原料としての有効氷蔵期間は約10日間程度であり，これはシログチ[6]の約3週間より短く，エソ[14,15,19]の約1週間より若干長いということになる。

本実験では，氷蔵魚および−25°C凍蔵魚について清水晒とアルカリ塩水晒の効果を検討したが，後者の晒肉から調製したかまぼこのゲル形成能が高い。さらに，アルカリ塩水晒は，氷蔵魚では顕著な効果が得られないのに対し凍蔵魚では効果が大きい。すなわち，アルカリ塩水晒肉から得たかまぼこのC.V.は清水晒肉のそれより凍蔵3か月目で約1.7倍，凍蔵6か月目で約3倍を示しており，長期の凍蔵魚ではアルカリ塩水晒の有効性が認められる。アルカリ晒[20]あるいはアルカリ塩水晒[2]についてはいくつかの効果が説明されている。本実験時のかまぼこのpHは結果に示さなかったが，清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉いずれでもpH 7.0付近にあったことから，ゲル形成能に対するpHのシフト効果による影響はないものと考えられる。したがって，コノシロ肉のアルカリ塩水晒によるゲル形成能の増強効果は，西岡[21]が指摘しているように，アクトミオシンの質的変化がもたらした結果であることが示唆される。また，凍蔵魚肉のゲル形成能と全活性との間には，高い相関があるとする報告[22-24]がある。本凍蔵実験における全活性は落し身を試料として測定したものであるが，全活性とゲル形成能（緩慢凍結の−25°C凍蔵）との相関が清水晒肉（$r=0.97$, $P<0.001$）では高いのに対しアルカリ塩水晒肉（$r=0.77$, $P<0.05$）では相対的に低いという事実は，上述のアルカリ塩水晒の効果を示唆するものである。このことは，本実験のゲル形成能と溶解度との相関[25]からもうかがえた。最近，著者の一人加藤*は，すりみ品質判定の精度向上を目的として全活性とゲル形成能との関連性を検討しており，現在までに得られた結果では，かまぼこの坐り条件を考慮することによって両者の相関の上昇が認められることを報告している。しかし，本実験結果にみられるように，特に凍蔵においてアルカリ塩水晒肉のゲル形成能と全活性との相関が低かったことから，水晒条件とも併せて今後の検討課題であると考える。

コノシロの冷凍耐性を知るため，全活性のk_Dの変化を調べた。Mfの冷凍変性は一次反応に従う一段階あるいは二段階で進行し，変性の速いものでは後者の様式をとることが報告されている。[12,26,27]本実験結果にみられるように，凍蔵中の全活性は後者で変性が進行しており，このことからコノシロ肉は変性が速い，すなわち冷凍耐性が低い魚種であることがうかがわれる。他方，−25°C凍蔵の清水晒肉から得たかまぼこのゲル形成能でみると，凍蔵1か月目で凍蔵前の約30%の低下がみられた。これは，著者が過去行ったエソ[28]と同程度であることから，コノシロは冷凍耐性の低い魚種に類別される。しかし，かまぼこ原料としては，アルカリ塩水晒を行うことによって品質保持期間を延長できると考える。すなわち，コノシロのかまぼこ原料としての有効凍蔵期間（−25°C）は，急速凍結し清水晒を行ったものが約3か月間程度であるのに対し，アルカリ塩水晒を行えば6か月間までと2倍程度延長できるものと考えられる。

本研究を遂行するに当り，御助言を頂いた北海道大学水産学部新井健一教授に謝意を表します。

文　献

1) 塚正泰之，志水　寛：日水誌，**55**，529-534 (1989).
2) 志水　寛：第12回水産物利用加工試験研究全国連絡会議報告，水産庁東海区水産研究所，東京，1978, pp. 47-55.
3) 田端義明，金津良一：日水誌，**41**，233-241 (1975).
4) 内山　均，小林　宏：水産生物化学・食品学実験書（斎藤恒行，内山　均，梅本　滋，河端俊治編），恒星社厚生閣，東京，1974, pp. 269-274.
5) 加藤　登，内山　均，塚本志郎，新井健一：日水誌，**43**，857-867 (1977).
6) 野崎征宣，赤枝　宏，谷口忠敬，田端義明：冷凍，**59**，527-532 (1984).
7) 川島孝省，新井健一，斎藤恒行：日水誌，**39**，207-214 (1973).
8) 新井健一：水産生物化学・食品学実験書（斎藤恒行，内山　均，梅本　滋，河端俊治編），恒星社厚生閣，東京，1974, pp. 191-194.
9) 閖　伸夫，池田　優，成田憲弘：日水誌，**45**，791-799 (1979).
10) A. B. Gornall, C. J. Bardawill, and M. M. David: *J. Biol. Chem.*, **177**, 751-799 (1979).

* 松田義弘，加藤　登，佐久間修三，中川則和，新井健一：平成2年度日本水産学会秋季大会講演要旨集．p. 227 (1990).

11) 志水 寛，町田 律，竹並誠一：日水誌，**45**，791–799 (1979).
12) 松本行司，大泉 徹，新井健一：日水誌，**51**，833–839 (1985).
13) 志水 寛：魚肉ねり製品（志水 寛編），恒星社厚生閣，東京，1986, pp. 9–10.
14) 田端義明，野崎征宣，金津良一：長崎大学水産学部研究報告，No. 39, 13–16 (1975).
15) 野崎征宣，田端義明，金津良一：長崎大学水産学部研究報告，No. 40, 29–34 (1975).
16) 野崎征宣，山本常治，田端義明：日水誌，**52**，1565–1572 (1986).
17) 野崎征宣，福田耕一，矢田殖朗，高木保昌，兼原壽生，久野俊行，田端義明：日本冷凍協会論文集，**5**，227–234 (1988).
18) 冨岡和子，遠藤金次：日水誌，**50**，889–892 (1984).
19) 黒川孝雄：日水誌，**45**，1551–1555 (1979).
20) 志水 寛：ジャパン・フード・サイエンス，**3**，No. 11, 65–66 (1964).
21) 西岡不二男：魚肉ねり製品（志水 寛編），恒星社厚生閣，東京，1986, pp. 62–73.
22) 川島孝省，大場明子，新井健一：日水誌，**39**，1201–1209 (1973).
23) 加藤 登，野崎 恒，小松一宮，新井健一：日水誌，**45**，1027–1032 (1979).
24) 福田 裕，柞木田善治，川村 満，掛端甲一，新井健一：日水誌，**48**，1627–1632 (1982).
25) 志水 寛，藤田照人：日水誌，**51**，1187–1194 (1985).
26) 松本行司，新井健一：日水誌，**52**，2033–2038 (1986).
27) 松本行司，新井健一：日水誌，**53**，2187–2193 (1987).
28) 野崎征宣，金津良一，田端義明：冷凍，**53**，473–480 (1978).