

## 魚肉中の一酸化炭素検査法の改良及び含有量の実態調査

中村 理奈<sup>a</sup>, 高木 優子<sup>a</sup>, 石井 悦子<sup>a</sup>, 坂牧 成恵<sup>b</sup>, 大塚 健治<sup>a</sup>

魚肉中の一酸化炭素検査法を改良した。厚生労働省から示された通知法における、魚肉の細切方法、均一化方法、魚肉からの抽出工程について検討し、検査の各工程においてばらつきを低減することができた。また、消泡剤として試薬を1-オクタノールからシリコンに変更し、さらに、硫酸の使用量を通知法の半量にできることを確認した。改良した検査法を用いて、一酸化炭素の低減なく試料を保管できる条件の検討を行ったところ、冷凍で7日間は保存可能であることを確認できた。また、まぐろとぶりの一酸化炭素含有量の実態調査を行った。市販のパック入りぶり4検体から使用の判定基準を超える値を検出したが、魚肉から発生するバックグラウンド値と判断した。今後、行政検査の結果を判定する際の補助となるデータが得られた。

**キーワード**：一酸化炭素，食品添加物，魚肉，まぐろ，ぶり，含有量の実態調査

### はじめに

変色防止の目的で魚肉に一酸化炭素（以下、COと略す）を使用することは、鮮度を誤認させ食品衛生上の危害を発生させる危険性があることから、食品衛生法第12条に違反すると規定されている。魚肉中のCO検査法については、厚生労働省通知りで示されており（以下、通知法とする）、従来、魚肉と水をホモジナイズした上清液を使用して試料気相を調製していたが、平成25年の改正により、肉挽き機で挽いた魚肉を用いて調製する検査法となった。この方法をまぐろに適用した当所の試行では、変動係数（以下、CV値と略す）が12.4-16.2% (n=4) となった。魚肉から天然に検出されるCO量は血色素である魚肉中のミオグロビン量に依存し、同一個体の同一部位でも分布は均一ではないとされる<sup>2)</sup>。魚肉そのものを用いた気相の調製により、同一の試料中でもばらつきが出やすくなったと考えられ、これにより、ばらつきの中で適否判定に影響する可能性が考えられた。

そこで、測定値のばらつきを低減するため、魚肉の細切の大きさ及び肉挽き機への投入方法、肉挽き機のプレート穴径、試料からの抽出方法とともに、操作上取り扱いやすい試薬への変更を検討し、検査法の改良を行った。

また、行政検体を想定し、法違反が疑われる等、確認試験が必要となる際にもCOの低減なく試料を保管できる条件を検討したほか、市販形態の魚肉でのCOのバックグラウンド値の実態調査を行った。

### 実験方法

#### 1. 試料

食品衛生法でCO使用の判定基準が設定されている魚種のうち、まぐろ及びぶりを試料として用いた。魚肉についてはパック入りのさくや切り身を、まぐろの希少部位（頭

肉、頬肉、尾肉等）については店頭で販売している形状のまま、東京都内の小売店で購入した。それぞれ皮、骨等の不可食部を除いて検査に供した。

#### 2. 標準品・試薬等

##### 1) CO標準品

CO標準ガスは、250 µL/L、80 µL/L、26 µL/Lまたはその付近の濃度の校正用ガス（高千穂化学工業株式会社製）を検量線用として用いた。

##### 2) 魚肉添加用CO

魚肉添加用ガスは、空気吸引ポンプ（MP-Σ30NII、柴田科学（株）製）を用い、99.9% COガス（ジーエルサイエンス社製）を希釈して作成した（濃度15%）。

##### 3) その他の試薬

硫酸及び1-オクタノールは特級を、シリコンは食品添加物用シリコン樹脂製剤を用いた。

#### 3. 器具及び装置

##### 1) 肉挽き機

ミートミンサー（手廻しタイプ、No.5 (β型)、ポニー社製）

##### 2) ヘッドスペースボトル

100 mL容（ジーエルサイエンス社製）。ボトルごとに誤差があり容積が異なるため、ボトル本体とボトルヘッドの組み合わせを固定し、水を用いて総容積を計量して使用した。

##### 3) 振とう機

SR-2DW（タイテック社製）

##### 4) GC

7890Aシリーズ（アジレントテクノロジー（株）製、FID検出器付）にメタナイザー（MT-221、ジーエルサイエ

<sup>a</sup> 東京都健康安全研究センター食品化学部食品添加物研究科  
169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

<sup>b</sup> 当時：東京都健康安全研究センター食品化学部食品添加物研究科

ンス社製) を接続したもの。

#### 4. GC測定条件

カラム : Molecular Sieve 13X-S (60~80 mesh, 3 mm i.d. ×2.5 m, ジーエルサイエンス社製), キャリアガス : 窒素, 流量 : 40 mL/min, カラム温度 : 90°C, 注入口温度 : 150°C, 検出器温度 : 160°C, メタナイザー温度 : 400°C, 注入量 : 1 mL

#### 5. 検量線

検量線用CO標準ガスをガスタイトシリンジにとり、濃度が2.05–250 µL/Lの範囲になるよう空気で希釈した。GCに注入して得られた5点または6点のピーク面積から検量線を作成した。定量下限値は通知法に示された10 µg/kgとした。

#### 6. CO添加試料の作成

CO添加試料は、皮、骨等の不可食部を除いた魚肉を細切し、容量3.4 Lのアルミ蒸着袋に入れた後、袋がいっぱいになるまで15%COガスを注入して密封し、時々袋を振りながら冷蔵で24時間静置して作成した。静置後、魚肉をよく混ぜて魚肉と血合いの割合をできるだけ均一化し、アルミ蒸着袋に小分けして密封し、分析まで-20°Cで冷凍保管した。試薬検討用のCO添加試料については、CO添加後の魚肉をフードプロセッサーで細切した後アルミ蒸着袋に小分けして密封し、分析まで冷凍保管した。

#### 7. 試料気相の調製

通知法に準拠し、一部改良した方法を用いた。試料を1 cm角に切り、全体をよく混ぜた後、100–200 g程度を肉挽き機(プレート穴径2.4 mm)に少量ずつ投入し、すみやかに挽いた後、ポリ袋に集めてよく混合し均一化した。試料約10 gを精密に量り、ヘッドスペースボトルに入れ、直ちに水を加え50 mLに定容した。固まっているミンチ肉はほぐし、消泡剤としてシリコン0.2 mL, 20%硫酸10 mLを加え、直ちにシリコンラバーセプタム付きの蓋で密栓した。40°Cの水浴中で5分間加温した後、氷冷中で2分間冷却、振とう機(300 r/min)で2分間激しく振とうし、10分間以上静置したヘッドスペースボトル中の気相を試料気体とした。

### 結果及び考察

#### 1. 検査法の改良

試料は、同一魚種の複数パックを同時に購入し、魚肉を混合して作成した。CO添加を同時に行った魚肉を同一の検体とし、比較の対象とした。検討にあたり、まぐろ、ぶりとも複数検体を作成した。

#### 1) 魚肉の細切の大きさ及び肉挽き機への投入方法

魚肉に添加されたCOは前処理等の操作中に空気に接触すると揮散するとされており<sup>3)</sup>、COの散逸を防ぐため、通

知法では試料の均一化の際には魚肉を1–2 cm角に細切し、すみやかに肉挽き機で挽くこととなっている。当所で試行した際、肉挽き機を取扱説明書のとおりを使用した。長時間空気に接触する部分ができ、検査への影響があると考え、試料の細切サイズと肉挽き機への投入方法について検討した。

CO添加したまぐろ及びぶり各3試料を用いて、通知法に従い1–2 cm角に細切した魚肉を、肉挽き機の投入口に詰めて上から棒で押しながらかく方法(方法1)と、魚肉を1 cm角に細切し試料投入口に少量ずつ入れて挽く方法(方法2)の2方法を検討した。結果を表1に示す。

方法2は魚肉の詰まりが少なく、1分30秒から2分程度と方法1の1/2以下の時間で処理ができた。また、肉挽き機内部に残る魚肉が少なく、均一化した試料が魚肉全体を反映していると考えられた。両法の測定値に大きな差はなかったが、方法2はCV 2.3–7.5%とばらつきが少ない傾向がみられた。方法2は魚肉をスムーズに挽くことができたことで空気と接触する時間が少なく、試料内でのCOの濃度に差異が生じにくかったためと考えられた。以降の検討は方法2を用いた。

表1. 魚肉の細切方法によるCO測定値の比較

	方法1		方法2	
	測定値* (µg/kg)	CV (%)	測定値* (µg/kg)	CV (%)
まぐろ1	1,203	11.0	1,181	7.5
まぐろ2	1,186	4.9	1,178	2.9
まぐろ3	2,156	7.0	2,372	5.9
ぶり1	1,085	6.4	1,069	2.3
ぶり2	958	10.2	1,057	7.2
ぶり3	1,698	5.3	2,201	6.0
*測定値はn=4の平均				
試料150~200gの 処理時間	3分 -6分程度		1分30秒 -2分程度	

#### 2) 魚肉の均一化方法の検討

肉挽き機は、プレート交換により穴径を変更し、挽く粗さを調節できる。穴径が小さいほど細かく挽くことができるが、挽く時間を要し、魚肉と空気の接触時間が増えることが危惧された。通知では、穴径2.4–3.2 mmプレートを使用する前処理が記載されており、肉挽き機の購入時には3.2 mmのプレートが付属するため、使用する検査施設が多いと考えられる。今回、CO処理したまぐろ及びぶり各2試料を用い、肉挽き機での均一化(穴径3.2 mm, 2.4 mm, 1.9 mmの3種類)、包丁で細かくたたき、フードプロセッサーで3分均一化、の5方法について比較した。結果を表2に示す。

フードプロセッサー及び包丁を用いた場合、空気と攪拌したり、空気に触れている面積が増すことによりCO測定

表2. 魚肉の均一化方法によるCO測定値の比較

	まぐろ 4			まぐろ 5			ぶり 4			ぶり 5			
	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)	増減率*	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)	増減率*	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)	増減率*	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)	増減率*	
肉挽き機	3.2 mm	2,373	3.4	100	2,645	2.6	100	2,537	3.7	100	3,754	8.3	100
	2.4 mm	2,062	2.5	86.9	2,565	3.5	97.0	2,727	4.4	108	3,524	1.8	93.9
	1.9 mm	1,710	2.1	72.1	2,521	4.1	95.3	1,794	1.2	70.7	3,207	6.6	85.4
包丁たたき	1,675	6.5	70.6	2,178	2.6	82.4	1,825	4.6	71.9	2,854	7.0	76.0	
フード プロセッサー	1,309	3.2	55.2	1,740	4.5	65.8	2,041	2.9	80.5	3,115	3.2	83.0	

\*測定値はn=4の平均, \*3.2 mm プレートの測定値からの増減率 (%)

値が大きく減少したと考えられた。肉挽き機では、穴径が小さいほどCO測定値が低下する傾向がみられた。3.2 mmではぶり5でCV値が8.3%と高い検体があったこと、挽くサイズが細かいほうがこの後の工程での抽出効率がよくなることと考えられることから、3.2 mmと比較して測定値の増減率が86.9–108%, CV1.8–4.4%である2.4 mm穴径のプレートを採用することとし、以後の検討に用いた。

### 3) 抽出工程での氷冷の有無

魚肉中の色素は微生物の作用や長時間の加熱により分解し、魚肉試料に結合した以外の新たなCOを生じるとされる<sup>4)</sup>。通知法では測定値の上昇が比較的少ない40°Cでの加温を採用しているが、微生物が活動しやすい温度帯での加温後そのまま振とう工程に入るため、測定までの保管の間にばらつきが生じる可能性が考えられた。今回、CO処理したまぐろ及びぶり各3試料を用いて、加温後そのまま（氷冷なし）と、加温後2分間氷冷（氷冷あり）の2種類を比較した。結果を表3に示す。

氷冷の有無で測定値に大きな差は認められなかったが、氷冷なしではCV1.8–11.4%, 氷冷ありではCV1.1–6.8%となり、氷冷ありのほうがばらつきが少ない傾向が見られたため、改良法では氷冷することとした。

表3. 氷冷の有無によるCO測定値の比較

	氷冷なし		氷冷あり	
	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)
まぐろ6	1,997	5.3	1,885	4.4
まぐろ7	1,949	3.2	1,951	3.1
まぐろ8	2,143	1.8	2,109	1.1
ぶり6	2,408	7.0	2,302	6.8
ぶり7	1,909	11.4	1,876	3.4
ぶり8	1,867	4.9	1,805	6.5

\*測定値はn=3の平均

## 4) 使用する試薬の検討

より検査の効率化を図るため、操作に関わる手順の変更を図り、その際測定値に影響がないか確認を行った。

### (1) 消泡剤

通知法では消泡剤として1-オクタノールを使用しているが、独特の臭気があり、べたつくため測定後のボトルの洗浄が容易ではない。そこで、食品添加物であるシリコンの使用を検討した。シリコンは水で10倍希釈し、添加量は通知法と同量とした。結果を表4に示す。消泡効果は同等であった。両法で測定値、CV値ともに大きな差はなく、GCクロマト上に夾雑ピークがみられなかったことから、改良法にはシリコンを用いることとした。

表4. 消泡剤の種類によるCO測定値の比較

	1-オクタノール		シリコン	
	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)
まぐろ9	412	3.3	445	3.2
まぐろ10	414	5.6	407	3.9
ぶり9	970	2.5	991	2.3
ぶり10	907	5.9	826	9.3

\*測定値はn=3の平均

### (2) 硫酸の添加量

鮮魚中のCOは硫酸水溶液を用いて遊離させる。通知法では抽出工程で20%硫酸を20 mL添加するが、添加量が多いため検査終了後の中和に大量のアルカリを必要とする。そこで、硫酸添加量を20, 15, 10 mLとして測定値を比較した。結果を表5に示す。測定値、CV値ともに大きな差はみられなかったことから、改良法では硫酸添加量を10 mLとすることとした。

表5. 硫酸添加量によるCO測定値の比較

	20 mL		15 mL		10 mL	
	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)
まぐろ11	905	4.5	908	3.7	951	5.3
まぐろ12	569	4.7	576	2.1	603	2.3
ぶり11	1,642	1.5	1,649	2.3	1,679	3.4
ぶり12	662	3.4	690	1.2	690	2.6

\*測定値はn=3の平均

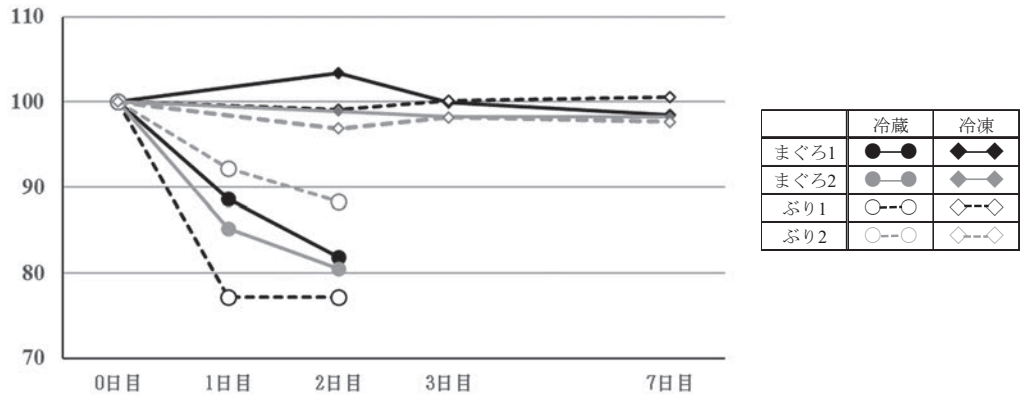


図1. 冷蔵0日目と比較したCO測定値の増減率 (%)

2. 試料の保管条件の検討

行政検体として、法違反が疑われる際等、結果の信頼性をより高めるため、再測定・確認試験の必要が生じるケースを想定し、COの低減なく試料を保管できる条件を検討した。まぐろ及びぶり各2試料について、CO添加試料の作成法のとおりCOを24時間暴露し小分けした。小分け直後の試料を保管0日目とし、冷蔵(4°C)で1, 2日保管、冷凍(-20°C)で2, 3, 7日保管した試料についてそれぞれCO含有量を測定し測定値を比較した。冷凍保管品は、通知<sup>1)</sup>のとおり半解凍程度で挽いた。保管0日目からの増減率を図1に示す。

冷蔵では保管1日目から測定値が20%以上減少する検体があったが、冷凍では保管7日目でも±5%以内と良好な値を保っていた。これは、冷蔵では魚肉からドリップが出て

くるため、COが結合している血色素もドリップとともに魚肉外に流出してしまうことが原因であると考えられた。なお、今回は魚肉部分と血合いの割合をできるだけ均一にするため魚肉を細切しており、特にドリップが出やすい条件であったと考えられ、実際に検体として搬入される切り身等の形態での保管では冷蔵でも今回よりは減少率が低いと推察された。

また、試料を冷凍で30日程度保管しても、半解凍では7日目と同様に±5%以内を維持していたが、ドリップが出るまで完全解凍すると冷蔵保管と同程度の約80%に減少したため、冷凍保管であってもドリップが出ないうちに挽くことが重要であることが確認できた。

表6. CO測定値 (まぐろ魚肉)

魚種	天然/養殖	購入月	産地	部位	測定値* (µg/kg)	CV (%)	魚種	天然/養殖	購入月	産地	部位	測定値* (µg/kg)	CV (%)
ホンマグロ	天然	3	宮城県	赤身	85	2.0	キハダマグロ	天然	2	韓国	赤身	34	1.1
ホンマグロ	天然	3	山口県	赤身	49	1.4	キハダマグロ	天然	7	千葉県	赤身	54	0.8
ホンマグロ	天然	6	鹿児島県	赤身	128	3.7	キハダマグロ	天然	12	三重県	赤身	59	3.4
ホンマグロ	天然	9	宮城県	赤身	203	3.4	ピンナガマグロ	天然	4	日本	赤身	28	0.6
ホンマグロ	天然	11	カナダ	赤身	148	1.1	ピンナガマグロ	天然	5	和歌山県	赤身	21	7.3
ホンマグロ	養殖	2	鹿児島県	中トロ	67	1.3	ピンナガマグロ	天然	10	バヌアツ	赤身	25	4.5
ホンマグロ	養殖	2	スペイン	中トロ	196	4.2	メバチマグロ	天然	2	台湾	赤身	41	2.1
ホンマグロ	養殖	4	鹿児島県	赤身	126	1.5	メバチマグロ	天然	3	韓国	赤身	137	1.8
ホンマグロ	養殖	5	マルタ	中トロ	162	8.3	メバチマグロ	天然	5	日本	赤身	79	3.5
ホンマグロ	養殖	6	大分県	赤身	56	1.2	メバチマグロ	天然	5	インド洋	赤身	92	0.5
ホンマグロ	養殖	6	鹿児島島	赤身	73	4.2	メバチマグロ	天然	6	台湾	赤身	111	0.9
ホンマグロ	養殖	7	チュニジア	中トロ	163	3.7	メバチマグロ	天然	7	太平洋・台湾	赤身	110	1.7
ホンマグロ	養殖	11	鹿児島島	中トロ	62	1.7	メバチマグロ	天然	9	韓国	赤身	46	0.8
ホンマグロ (メジ)	天然	7	岩手県	赤身	55	1.8	メバチマグロ	天然	10	太平洋・台湾	赤身	29	1.2
							メバチマグロ	天然	12	太平洋	赤身	138	3.9

\*測定値はn=3の平均



表7. CO測定値 (まぐろ希少部位)

部位	魚種	購入月	産地	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)	部位	魚種	購入月	産地	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)
頭肉	ホンマグロ	10	地中海	45	5.2	あご	ホンマグロ	10	青森県	149	4.7
頭肉	メバチマグロ	10	不明	52	2.1	あご	ホンマグロ	11	青森県	124	0.1
頭肉	メバチマグロ	11	台湾	86	3.6	あご	ホンマグロ	11	国産	75	3.7
目下	メバチマグロ	11	台湾	337	1.8	血合い	ホンマグロ	12	不明	1,454	1.4
頬肉	ホンマグロ	10	青森県	478	2.5	尾肉	ホンマグロ	10	岩手県	165	3.2
頬肉	ホンマグロ	12	青森県	122	4.3	尾肉	ホンマグロ	11	国産	261	2.2
頬肉	ホンマグロ	12	不明	173	3.7	尾肉	ホンマグロ	12	不明	193	6.9
頬肉	メバチマグロ	11	太平洋	109	1.1	尾肉	メバチマグロ	10	太平洋	107	2.3
頬肉	メバチマグロ	11	台湾	392	4.2	尾肉	メバチマグロ	11	台湾	80	1.1
かま	メバチマグロ	11	台湾	118	6.3	卵	メバチマグロ	11	台湾	102	5.0

\*測定値はn=3の平均

### 3. バックグラウンド値の実態調査

大槻ら<sup>2)</sup>はCO検査法の改正にあたり通知法による鮮魚中のバックグラウンド値の調査を行っており、まぐろとぶりの調査数はそれぞれ5検体だった。バックグラウンド値は、魚肉の脂肪や血合い等の量に影響されるが、この量は漁獲時期、生育方法、部位等によって異なる可能性がある。そこで、バックグラウンド値の把握を目的として、実態調査を行った。また、事業所等での収去検査に即した形態として、魚肉試料は市販のパック入り等を購入した。購入後は冷蔵販売品は冷蔵(4°C)で、冷凍販売品は冷凍(-20°C)で保管し、冷蔵品は購入当日もしくは翌日、冷凍品は購入から10日以内に検査に供した。

まぐろ魚肉では判定基準(500  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )を超える検体はなかった(表6)。同じ魚種の中での産地や季節の差、天然

と養殖の差はなかった。ホンマグロのように魚肉の赤みの強い魚種は検出値が高く、キハダマグロやビンナガマグロのように色の薄い魚種は低い傾向がみられた。まぐろの希少部位でも判定基準を超える検体はなかった(表7)。目下や頬肉のように血合いが多く赤みの濃い部位のほうが検出値が高い傾向がみられた。

ぶりでは4検体が判定基準(350  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )を超えていた(表8)。COが使用されている場合、魚肉は変色しない。しかし、本4検体は測定時に血合いが褐変していたため、COの使用はないと判断した。季節による差はみられなかったが、生育方法による差として、養殖より天然のほうが検出値が高い傾向がみられた。これは、養殖のほうが脂が多く、魚肉中の血色素の割合が少ないためと考えられた。

表8. CO測定値 (ぶり)

天然/養殖	購入月	産地	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)	天然/養殖	購入月	産地	測定値* ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	CV (%)
天然	2	長崎県	114	2.2	養殖	2	大分県	59	6.4
天然	2	長崎県	294	1.9	養殖	2	高知県	118	4.1
天然	3	鳥取県	130	3.1	養殖	3	大分県	184	5.6
天然	3	鳥取県	356***	3.8	養殖	4	愛媛県	22	2.7
天然	4	三重県	184	4.5	養殖	5	鹿児島	173	3.6
天然	5	石川県	374***	5.5	養殖	5	長崎県	29	2.7
天然	5	千葉県	199	8.0	養殖	6	愛媛県	164	3.9
天然	6	静岡県	248	1.1	養殖	6	鹿児島	138	3.7
天然	6	神奈川県	195	3.6	養殖	7	宮崎県	86	2.8
天然	7	北海道	429***	0.7	養殖	7	高知県	47	7.4
天然	7	岩手県	225	1.0	養殖	9	鹿児島	79	3.5
天然	9	北海道	225	1.9	養殖	10	高知県	56	2.7
天然	10	千葉県	155	2.5	養殖	11	高知県	69	5.3
天然	11	北海道	366***	5.9	養殖	12	高知県	75	2.1
天然	12	岩手県	253	0.7					

\*測定値はn=3の平均, \*\*\*判定基準(350  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )を超えたもの

通知法<sup>1)</sup>では、検査に供する際は白身と赤身の組成比を元の魚体と合わせるよう指示があるが、小売店ではパック等に小分けされた魚肉以外の取去検査は現実的に難しい。市販形態の魚肉を検体とした場合、パック内の魚肉の組成比の偏りによっては、バックグラウンドとして判定基準を超える値が検出される可能性があることが確認できた。

### ま と め

国の通知で示されたCO検査法について、ばらつきが少なく扱いやすい試薬を用いた改良法を検討し、各工程での精度を向上させることができた。改良法を用いて魚肉試料の保管条件を検討し、冷凍で7日間の保管が可能であることが確認できた。また、まぐろ及びぶりのバックグラウンド値の実態調査を行い、市販のパック入りぶり4試料から判定基準を超えるCOを検出したが、天然由来と判断した。事業所等での取去検査に近い形態での実態調査を行ったことで、行政検査においてCOが検出された際の判断の一助となると考えられた。

### 文 献

- 1) 厚生労働省医薬・生活衛生局食品監視安全課長：食安監発0404第3号，鮮魚中の一酸化炭素の検査法について（通知），平成25年4月4日
- 2) 大槻 崇，川崎洋子，久保田浩樹，他：食衛誌，52，130–134，2011.
- 3) 宮崎仁志，阿部政夫，麻野間正晴，他：食衛誌，38，233–239，1997.
- 4) Shigezane, J.: *Jpn. J. Legal. Med.*, **40**, 111–118, 1986.

**Improvement of Carbon Monoxide Analytical Method and Surveillance of its Levels in Fish Meat**Rina NAKAMURA<sup>a</sup>, Yuko TAKAGI<sup>a</sup>, Etsuko ISHII<sup>a</sup>, Narue SAKAMAKI<sup>b</sup>, and Kenji OTSUKA<sup>a</sup>

We have improved the method for inspecting carbon monoxide (CO) in fish meat. We investigated each shredding and homogenizing process, as well as extracting carbon monoxide from fish meat, as specified in the Ministry of Health, Labor and Welfare notification law. Hence, variations in each process have been reduced. We confirmed that switching the reagent from 1-octanol to silicone, as an antifoaming agent, and decreasing the amount of sulfuric acid used in half compared to the notification method did not affect the measured values. Using this improved method, we investigated the conditions under which fish meat could be stored without reducing CO and revealed that it could be frozen for 7 days. The surveillance of the actual CO content in tuna and yellowtail revealed that the values detected in four commercially available yellowtail packaging samples exceeded the criteria for determining whether CO was used. The values were determined as background that is naturally present in fish meat. These data provide valuable information when identifying the results of administrative inspections.

**Keywords:** carbon monoxide, food additives, fish meat, tuna, yellowtail, surveillance

---

<sup>a</sup> Tokyo Metropolitan Institute of Public Health,  
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan

<sup>b</sup> Tokyo Metropolitan Institute of Public Health, at the time when this work was carried out