



Is the Quality of Sushi Ruined by Freezing Raw Fish and Squid? A Randomized Double-Blind Trial With Sensory Evaluation Using Discrimination Testing

Iwata, Kentaro

(Degree)

博士 (医学)

(Date of Degree)

2015-11-18

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙第3293号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2003293>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



(論文博士関係)

学位論文の内容要旨

Is the Quality of Sushi Ruined by Freezing Raw Fish and Squid?
A Randomized Double-Blind Trial With Sensory Evaluation Using
Discrimination Testing

生の魚やイカを冷凍すると寿司の味は損なわれるか？
識別テストを用いた官能評価のためのランダム化二重盲検試験

岩田 健太郎

生の魚やイカを冷凍すると寿司の味は損なわれるか？識別テストを用いた官能

評価のためのランダム化二重盲検試験 (要旨)

(Is the Quality of Sushi Ruined by Freezing Raw Fish and Squid?

A Randomized Double-Blind Trial with Sensory Evaluation

Using Discrimination Testing. Clin Infect Dis. 2015 May 1;60(9):e43-8)

加熱していない食品の摂食は一定の感染症リスクを孕んでいる。魚介類もその例外ではない。寿司は伝統的な日本食であり、日本国内のみならず世界各国で愛好されている。しかし、魚介類の生食はある種の寄生虫感染症のリスクを生じる。とくに寿司の摂食と関連付けられているのがアニサキス症 (anisakidosis) である。1960年にオランダで最初に報告された本寄生虫症は、*Anisakis simplex*, *A. pegreffii*, *Pseudoterranova decipiens* などが原因である。もっとも多く見られるのが胃アニサキス症であり、その多くは自然治癒するものだが、強い痛みのために通常は上部内視鏡による物理的な虫体除去を行って治療する。しかし、小腸に生じたアニサキス症の場合は内視鏡による除去は実際的ではなく、また急性腹症と判断されて開腹術に至るケースもある。まれではあるが、消化管穿孔や出血の報告もある。

欧州連合 (EU) では生魚を -20°C で24時間以上冷凍することが義務づけられている。冷凍により寄生虫は死ぬため、寄生虫感染症の確実な予防法となるからである。米国食品医薬品局 (FDA) もまた、魚介類の生食では材料を冷凍することを推奨している。しかし、日本ではそのような規制は存在しない。魚介類の冷凍により寿司ネタの風味が落ちるのを嫌ったためである。

現在、世界のアニサキス症の90%以上は日本で発生している。感染源の多くはサバ、イカ、イワシといった魚介類である。これらを冷凍することにより日本のアニサキス症はほぼ全例予防できるはずである。もし冷凍を拒む唯一の要因が「味覚」であるならば、冷凍により風味が落ちなければよいということになる。

そこで我々は日本人が冷凍した寿司ネタと冷凍しないものを識別する能力を持つか、ランダム化二重盲検試験により確認することとした。

研究デザインと参加者

本試験は2014年7月に神戸大学大学院医学研究科にて行われた。40人の健康な成人（医学生および研修医）が試験に参加した。参加基準は12貫の寿司を食べることが可能で、かつサバやイカのアレルギー歴のない者である。週に1回以上寿司を食べる者は「平均的日本人」以上の寿司グルメである可能性があるため、本研究から除外された。

本研究に用いる寿司は5年以上の経験を持つ2人の寿司職人によって握られた。1人はサバの、もう1人がイカの寿司を握った。

本研究参加者は書面で研究参加に同意を示した。また本研究は神戸大学大学院医学研究科倫理委員会の承認を得ている。

寿司の概要

本研究ではアニサキス症のリスクが高く、かつ寿司ネタとして用いられやすいサバとイカが寿司ネタとして使用された。寿司ネタは大阪の市場で試験1週間前と試験2日前に購入された。前者は -40°C で冷凍保存され、試験前日に冷蔵庫内で解凍した。サバは和歌山産のマサバが、イカは鳥取産のケンサキイカが使用された。冷凍群、非冷凍群ともに同じ漁場でとれたものを用いた。試験当日の朝に寿司職人が材料を寿司ネタに切り分けた。同職人は同日石川産のコシヒカリを用いて寿司米を調理した。調味料は広島産の塩のみを用い、寿司ネタの風味に影響がないよう配慮した。

ランダム化とアロケーション

冷凍、非冷凍の2貫の寿司が皿の上に載せられた。アロケーションは乱数表を用いてランダム化されたが（randomized）、寿司職人も被験者もどちらにアロケートされたかは分からない状態で試験された（double-blind）。

試験概要

被験者は本試験の目的や方法について十分な説明を受けた。サバとイカの寿司をそれぞれ6貫（冷凍したものと冷凍しなかったものと各3貫）ずつ食した。被験者1人あたり、全部で12貫（サバ6貫、イカ6貫）の寿司を食べることとなる。被験者は40人のため、各寿司ネタあたり120皿（240貫）の寿司が食された。被験者にはペアになった2貫の寿司（冷凍、非冷凍の寿司）のうちどちらが美味しかったかを回答表に記載させた。両者に差が認められない時は「差がない」という選択肢に回答させた。

試験中、試験後に寿司食によるなんらかの健康被害（アレルギー反応、アニサキス症、窒息など）が起きるごく僅かな可能性については被験者に伝えられ、万が一そのような健康被害が生じた時はすぐに連絡することがプロトコルに組み込まれていた。その際には神戸大学医学部附属病院救急部を受診する取り組みになっていたが、実際には本試験で健康被害は発生しなかった。

統計解析

一次エンドポイントは、被験者の味覚による冷凍した寿司とそうでない寿司の官能評価（sensory evaluation）である。寿司ネタを冷凍した場合に味覚が落ちるという仮説に基づき、我々は冷凍していない寿司のほうが3分の2以上の試食において美味しいと評価され、かつ10%の試食において両者に差がないと想定した。 α エラー（両側）の可能性を5%、パワーを90%とし、120回の寿司（2貫）の試食が必要である。分析は不連続選択モデル（2値選択）を用いて行われた。これは条件付きロジスティックモデルに類した消費者の嗜好調査にしばしば用いられる方法である。両者に差がない場合は打ち切りデータとして扱うことにした。不連続選択モデルとCox比例ハザードモデルの数学的同等性より、Cox部分尤度をP値とオッズ比の計算に用いた。

結果

被験者の平均年齢は25.5歳（20-50歳）であり、そのうち77.5%は男性であった。全ての被験者が安全に12貫の寿司を完食した。

サバ 120 回の官能評価試食では、冷凍しなかった寿司のほうが美味しいと感じられた回数が 51 回 (42.5%)、冷凍したものが美味しいと感じられた回数が 59 回 (49.2%)、両者同等と感じられた回数が 10 回 (8.3%) であった。冷凍しない寿司のほうが美味しいと感じられるオッズ比は 0.86 であった ($p=0.45$; 95% confidence interval (CI), 0.59 to 1.26)。

イカについては冷凍しないものが美味しいとされた場合が 58 回 (48.3%)、冷凍したものが美味しいとされたのが 42 回 (35.0%)、両者同等が 20 回 (16.7%) であった。オッズ比は 1.38 であった ($p=0.11$; 95% CI, 0.93 to 2.05)。

試食を重ねることによる学習効果を評価するため、最初の試食と最後の試食の結果の比較が行われた。サバについては最初の試食で 11 人が非冷凍寿司を、24 人が冷凍寿司を美味とし、5 人が両者を同等と回答したが、最後の試食では非冷凍を 23 人、冷凍を 13 人が美味とし、4 人が両者を同等とした ($p=0.02$)。イカについては最初の試食で 20 人が非冷凍寿司を、1 人が冷凍寿司を美味とし、19 人は両者同等としたが、最後の試食では 11 人が非冷凍寿司を、29 人が冷凍寿司を美味とし、両者同等とした者はいなかった ($p<0.0001$)。イカの場合、試食を重ねるごとに冷凍寿司のほうを好む者が増える傾向にあった。

考察と結論

本研究の結果より、これまで信じられてきたのとは異なり、日本人は冷凍した寿司ネタとそうでない寿司ネタを盲検化した試食では区別できず、両者の味覚の優劣は明らかではなかった。

もともと味覚を検定する試験は Fisher が有名な「紅茶を試飲する女性」の実験で開発された。ここで、被験者の女性はミルクを先に入れた紅茶と、ミルクをあとに入れた紅茶を味覚で峻別できると主張したのである。そして、この主張を吟味するにはランダム化と盲検化を行い、繰り返し試験するよりほかない、と Fisher は考えたのだった。今日のランダム化二重盲検試験の嚆矢は Fisher の紅茶の味覚に関する実験にあったのである。我々も臨床試験と統計学の先達に倣い、同様の原則を用いてアニサキス症予防に寄与できないかと考え、本研究のデザインと実施に至ったのである。

魚介類の冷凍はアニサキス症のみならず、クドア症など多くの寄生虫感染症の予防に寄与できる。すでに冷凍が義務付けられている欧州などから日本に旅

行した際も安心して日本の食文化たる寿司や刺し身を提供できる一助になるかもしれない。

本研究の制限としては、被験者の一般化可能性の問題がある。しかし、神戸大学の医学生や研修医は味覚の優劣を基準に選抜されていないため、彼らが極端に日本人平均像より味覚が劣っているとは考えにくい。また、本研究では実施面の必要性から同じ被験者に繰り返し試食をさせたが、このことによる学習効果が生じた可能性がある。しかし、本研究の目的は冷凍、非冷凍の区別可能性とそれにより冷凍寿司の味覚が劣るという仮説の検証にある。たとえ被験者が繰り返し寿司を試食してそこでなんらかの学習があったとしても、本来の仮説（冷凍寿司は味覚において劣る）そのものは十分に反駁されたものとする。本研究の結果がより味覚において優れたいわゆる「グルメ」に適応できるかどうかは将来の研究に委ねたい。

結論として、アニサキス症予防のための魚介類の冷凍は日本の被験者において寿司の味覚を損なうものではなかった。本研究の結果をうけて、我が国でも寄生虫感染症予防のための魚介類冷凍制度化を検討すべきであると考えられる。

論文審査の結果の要旨			
受付番号	乙 第2146号	氏名	岩田 健太郎
論文題目 Title of Dissertation	<p>Is the Quality of Sushi Ruined by Freezing Raw Fish and Squid? A Randomized Double-Blind Trial With Sensory Evaluation Using Discrimination Testing</p> <p>生の魚やイカを冷凍すると寿司の味は損なわれるか? 識別テストを用いた官能評価のためのランダム化二重盲検試験</p>		
審査委員 Examiner	<p>主査 西尾久英 Chief Examiner</p> <p>副査 林 祥剛 Vice-examiner</p> <p>副査 西山 隆 Vice-examiner</p>		

(要旨は1,000字~2,000字程度)

【はじめに】

加熱していない食品の摂食は一定の感染症リスクを孕んでいる。魚介類もその例外ではない。寿司は伝統的な日本食であり、日本国内のみならず世界各国で愛好されている。しかし、魚介類の生食はある種の寄生虫感染症のリスクを生じる。とくに寿司の摂食と関連付けられているのがアニサキス症(anisakidosis)である。

欧州連合 (EU) では生魚を-20℃で 24 時間以上冷凍することが義務づけられている。冷凍により寄生虫は死ぬため、寄生虫感染症の確実な予防法となるからである。米国食品医薬品局 (FDA) もまた、魚介類の生食では材料を冷凍することを推奨している。しかし、日本ではそのような規制は存在しない。魚介類の冷凍により寿司ネタの風味が落ちるのを嫌ったためである。

現在、世界のアニサキス症の 90%以上は日本で発生している。感染源の多くはサバ、イカ、イワシといった魚介類である。これらを冷凍することにより日本のアニサキス症はほぼ全例予防できるはずである。もし冷凍を拒む唯一の要因が「味覚」であるならば、冷凍により風味が落ちなければよいということになる。

そこで研究者らは日本人が冷凍した寿司ネタと冷凍しないものを識別する能力を持つか、ランダム化二重盲検試験により確認することとした。

【方法】

研究デザインと参加者

40 人の健康な成人 (医学生および研修医) が試験に参加した。参加基準は 12 貫の寿司を食することが可能で、かつサバやイカのアレルギー歴のない者である。本研究に用いる寿司は 5 年以上の経験を持つ 2 人の寿司職人によって握られた。1 人はサバの、もう 1 人がイカの寿司を握った。

寿司の概要

本研究ではアニサキス症のリスクが高く、かつ寿司ネタとして用いられやすいサバとイカが寿司ネタとして使用された。寿司ネタは大阪の市場で試験 1 週間前と試験 2 日前に購入された。前者は-40℃で冷凍保存され、試験前日に冷蔵庫内で解凍した。冷凍群、非冷凍群ともに同じ漁場でとれたものを用いた。試験当日の朝に寿司職人が材料を寿司ネタに切り分けた。同職人は同日石川産のコシヒカリを用いて寿司米を調理した。調味料は広島産の塩のみを用い、寿司ネタの風味に影響がないよう配慮した。

ランダム化とアロケーション

冷凍、非冷凍の 2 貫の寿司が皿の上に載せられた。アロケーションは乱数表を用いてランダム化されたが (randomized)、寿司職人も被験者もどちらにアロケートされたかは分からない状態で試験された (double-blind)。

試験概要

被検者は、サバとイカの寿司をそれぞれ6貫（冷凍したものと冷凍しなかったものと各3貫）ずつ食した。被験者1人あたり、全部で12貫（サバ6貫、イカ6貫）の寿司を食すこととなる。被検者は40人のため、各寿司ネタあたり120皿（240貫）の寿司が食された。被験者にはペアになった2貫の寿司（冷凍、非冷凍の寿司）のうちどちらが美味しかったかを回答表に記載させた。両者に差が認められない時は「差がない」という選択肢に回答させた。

統計解析

一次エンドポイントは、被検者の味覚による冷凍した寿司とそうでない寿司の官能評価（sensory evaluation）である。寿司ネタを冷凍した場合に味覚が落ちるという仮説に基づき、研究者らは冷凍していない寿司のほうが3分の2以上の試食において美味しいと評価され、かつ10%の試食において両者に差がないと想定した。 α エラー（両側）の可能性を5%、パワーを90%とし、120回の寿司（2貫）の試食が必要である。分析は不連続選択モデル（2値選択）を用いて行われた。両者に差がない場合は打ち切りデータとして扱うことにした。不連続選択モデルとCox比例ハザードモデルの数学的同等性より、Cox部分尤度をP値とオッズ比の計算に用いた。

【結果】

被験者の平均年齢は25.5歳（20-50歳）であり、そのうち77.5%は男性であった。全ての被験者が安全に12貫の寿司を完食した。

サバ120回の官能評価試食では、冷凍しなかった寿司のほうが美味しいと感じられた回数が51回（42.5%）、冷凍したものが美味しいと感じられた回数が59回（49.2%）、両者同等と感じられた回数が10回（8.3%）であった。冷凍しない寿司のほうが美味しいと感じられるオッズ比は0.86であった（ $p=0.45$; 95% confidence interval (CI), 0.59 to 1.26）。

イカについては冷凍しないものが美味しいとされた場合が58回（48.3%）、冷凍したものが美味しいとされたのが42回（35.0%）、両者同等が20回（16.7%）であった。オッズ比は1.38であった（ $p=0.11$; 95% CI, 0.93 to 2.05）。

試食を重ねることによる学習効果を評価するため、最初の試食と最後の試食の結果の比較が行われた。サバについては最初の試食で11人が非冷凍寿司を、24人が冷凍寿司を美味とし、5人が両者を同等と回答したが、最後の試食では非冷凍を23人、冷凍を13人が美味とし、4人が両者を同等とした（ $p=0.02$ ）。イカについては最初の試食で20人が非冷凍寿司を、1人が冷凍寿司を美味とし、19人は両者同等としたが、最後の試食では11名が非冷凍寿司を、29名が冷凍寿司を美味とし、両者同等とした者はいなかった（ $p<0.0001$ ）。イカの場合、試食を重ねるごとに冷凍寿司のほうを好む者が増える傾向にあった。

【考察と結論】

本研究の結果より、これまで信じられてきたのとは異なり、日本人は冷凍した寿司ネタとそうでない寿司ネタを盲検化した試食では区別できず、両者の味覚の優劣は明らかではなかった。

魚介類の冷凍はアニサキス症のみならず、クドア症など多くの寄生虫感染症の予防に寄与できる。すでに冷凍が義務付けられている欧州などから日本に旅行した際も安心して日本の食文化たる寿司や刺し身を提供できる一助になるかもしれない。

そこで、研究者らは、アニサキス症予防のための魚介類の冷凍は日本の被験者において寿司の味覚を損なうものではなかったことを踏まえて、我が国でも寄生虫感染症予防のための魚介類冷凍制度化を検討すべきであると主張した。

本研究は、魚の生食は日本の代表的食習慣であるが、その寄生虫感染の危険性を回避するための公衆衛生的事業はいまだ十分に奏功していない現状をかんがみ、公衆衛生的事業を実施する際の根拠となる日本人の味覚に関する基礎的資料を得ようとしたものである。本研究のような統計学を駆使した味覚研究は従来報告されておらず、本研究は公衆衛生的事業を実施する際に必要不可欠の情報を提供するものであり、きわめて重要な成果をあげたものであると認める。よって、本研究者は博士（医学）の学位を得る資格があると認める。