わが国の市販食品中のトランス型脂肪酸について (第4報) ルー, レトルトパウチ食品およびスープ類

松崎 寿^{*1}・青山 稔^{*1}・馬場 明^{*2}・丸山武紀^{*1}
新谷 勲^{*1}・柳田晃良^{*3}・菅野道廣^{*4}

*1 財団法人 日本食品油脂検査協会 (〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 3-27-8)

*2 日本マーガリン工業会 (〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 3-27-8)

*3 佐賀大学農学部応用生物化学科 (〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町 1)

*4 熊本県立大学環境共生学部 (〒862-8502 熊本県熊本市月出 3-1-100)

Study of *trans* Fatty Acid Content in Commercial Foods in Japan. IV : Roux, Retort-pouched Food and Soup

Hisashi MATSUZAKI^{*1}, Minoru AOYAMA^{*1}, Akira BABA^{*2}, Takenori MARUYAMA^{*1}, Isao NIIYA^{*1},
Teruyoshi YANAGITA^{*3}, and Michihiro SUGANO^{*4}

*1 Japan Institute of Oils & Fats, Other Food Inspection, Foundation
(3-27-8, Nihonbashi-Hamacho, Chuo-ku, Tokyo 103-0007)

*2 Japan Margarine, Shortening & Lard Industries Association
(3-27-8, Nihonbashi-Hamacho, Chuo-ku, Tokyo 103-0007)

*3 Department of Applied Biological Sciences, Saga University
(1 Honjo-machi, Saga-shi, 840-8502)

*4 Faculty of Environmental and Symbiotic Sciences, Prefectural University of Kumamoto
(3-1-100, Tsukide, Kumamoto-shi 862-8502)

Abstract : *Trans* fatty acid content of commercially available roux, retort-pouched food and soup marketed in Japan was measured by capillary gas-liquid chromatography/silver-ion thin-layer chromatography.

Mean total *trans* fatty acid content of roux (n=53) was 15.0%, 6.6% for retort-pouched food (n=62) and 13.8% for soup (n=68). In all samples, one imported cube-type soup contained as much as 53.6% *trans* fatty acid. The *trans*-C18:1 isomer was the major *trans* isomer in the foods analyzed.

The amounts of total *trans* fatty acids were 1.08 g, 0.65 g and 0.34 g per serving for roux, retort-pouched food and soup, respectively.

Key words : *trans* fatty acid, fatty acid composition, roux, retort-pouched food, soup

1 緒 言

トランス型脂肪酸 (トランス酸) は多量に摂取すると動脈硬化などの疾病の原因となり, 人の健康に影響を及ぼすのではないかとされている¹⁾. その主な摂取源は動植物油脂の部分水素添加油及び, 反すう動物の体脂肪並びにその乳からであると考えられている. 著者らは先にこれらを含む食品のうち, 市販牛乳²⁾, バター, チーズ等の乳製品類³⁾及び食肉や食肉加工品⁴⁾中に含まれるト

ランス酸含有量を明らかにした. しかし, その他にも部分水素添加油及び乳類等を含む加工食品が数多く存在しており, 即席食品と呼ばれるような調理加工食品にもこれらの利用が考えられ, トランス酸を含むことが推測される. しかし, このような調理加工食品中のトランス酸含有量に関しては Henninger ら⁵⁾及び Aro ら⁶⁾のヨーロッパにおける分析結果が報告されているに過ぎず, 国内においてはほとんど見当たらない. そこで, 本研究では国内で市販されている調理加工食品であるルー, レトルトパウチ食品及びスープ類に注目し, そこに含まれるトランス酸含有量を調査した.

注1) 前報: 日本油化学会誌, 47, 495 (1998).

連絡者: 松崎 寿

2 実 験

2.1 試 料

分析した試料は、ルーがカレー (28)、シチュー (17) 及びハヤシ (8) の 53 銘柄。レトルトパウチ食品はカレー (18)、シチュー (5)、ハヤシ (4)、ソース類 (21)、麻婆の素 (5) 及び飯類 (9) の 62 銘柄である。スープ類はお湯等を注ぐだけの粉末又は固形タイプと、そのまま温めるだけの缶入りタイプの 2 種類に分類し、さらにそれぞれを国産品と輸入品に区別した。国産品の粉末又は固形タイプは 18 銘柄 (粉末 16 及び固形 2)、缶入りタイプは 14 銘柄、輸入品の粉末又は固形タイプは 23 銘柄 (粉末 10、固形 12 及びペースト 1)、缶入りタイプは 13 銘柄であった。これら分析に供した試料であるルー、レトルトパウチ食品及びスープ類の総合計は 183 銘柄である。なお、これらの食品は平成 9 年 1 月から 9 月にかけて関東及び関西地区の百貨店、スーパー及び小売店等で購入した。

2.2 分析方法

2.2.1 脂肪分の定量

ルー、レトルトパウチ食品及びスープ類の脂肪量は基準油脂分析試験法⁷⁾により求めた。

2.2.2 トランス酸

試料から抽出した脂質をメチルエステル化 (三フッ化ホウ素-メタノール法⁸⁾) し、ガスクロマトグラフィー (GLC) により総脂肪酸組成を求めた。トランス異性体の分析は、脂肪酸メチルエステルを硝酸銀含浸シリカゲル薄層クロマトグラフィーにより飽和脂肪酸並びにシス及びトランス異性体に分離して行った。分画した飽和脂肪酸画分とトランス酸画分を合わせて分取し、総脂肪酸組成の分析と同じ条件で GLC により行った。得られた両クロマトグラム中のパルミチン酸を基準とした各トランス酸のピーク面積比から、先に分析した総脂肪酸組成を補正した。

GLC 条件は、カラム: DB-23 (30 m×0.25 mm, 膜厚 0.25 μ m), カラム温度: 180°C, 注入口温度: 250°C, 検出器温度: 250°C, スプリット比: 1/50, キャリアガス: He, 40 mL/min である。また、乳脂肪等の低級脂肪酸を含む試料については第 1 報²⁾と同様の方法で分析した。

試料中のトランス酸含有量は、日本食品脂溶性成分表⁹⁾から脂質に対する脂肪酸量の割合 (換算係数=0.95) を乗じて総脂肪酸量を求め、それを脂肪酸組成中のトランス酸含有率で補正し算出した。

3 結果及び考察

3.1 脂肪及びトランス酸含有率

3.1.1 ルー

ルーの脂肪含量及び総脂肪酸に対するトランス酸の割合を Table 1 上段に示した。脂肪含量は、カレー、シチュー及びハヤシのいずれも平均約 34~36% の範囲であった。

総トランス酸の割合の平均値は、カレー、シチュー及びハヤシがそれぞれ 14.3%, 15.5% 及び 16.6% で大きな差は認められなかった。なお、カレーの 4 銘柄 (1.0~1.6%) 及びシチューの 1 銘柄 (2.5%) では、総トランス酸含有率が少ないことから未水素添加油が使用されているものと考えられ、さらに、カレーの 1 銘柄ではトランス-C20:1 及びトランス-C22:1 が比較的多く含まれていたことから硬化魚油の使用が推測された。

ルー全銘柄の平均は、脂肪含量が 35.8%, 総トランス酸の割合が 15.0% であった。また、主なトランス異性体はトランス-C18:1 (*t*-C18:1) で 13.2% 含有していた。また、脂肪酸組成よりルーに用いる食用油脂として牛脂及び豚脂の水素添加油が多く使用されているものと考えられた。

3.1.2 レトルトパウチ食品

レトルトパウチ食品中の脂肪含量及びトランス酸含有率を Table 1 中段に示した。カレー、シチュー、ハヤシ、ソース類及び飯類の平均脂肪含量は 5~7% の範囲で同程度であったが、麻婆の素は平均 11.5% と他よりも高い値を示した。

総トランス酸の割合の平均値は、カレーが 6.2%, シチューが 7.5% で同程度であった。カレーの 11 銘柄及びシチューの 1 銘柄は 5% 以下を示し、未水素添加油を使用したものと思われるが、カレーの 3 銘柄とシチューの 1 銘柄では 10% 以上を示し、部分水素添加油を使用しているとみなされた。ハヤシは最高 6.1% でありカレー及びシチューに比べ全体的にやや低く、平均 5.3% で飯類と同じ値であった。飯類は 10% 以上を示したものが 2 銘柄あったが、5% 以下のものも 6 銘柄あった。ソース類は平均 8.3% でレトルトパウチ食品の中では最も高く、最高は 23.5% を示した。しかし、ソース類はミートソースやクリームソース等種類も豊富なため、10% 以上の部分水素添加油を使用したと思われるものが 7 銘柄、5% 以下の未水素添加油使用と思われるものが 8 銘柄あり、1.8~23.5% と広範囲に及んだ。また、2 銘柄では硬化魚油の配合も推測されたが、脂肪酸組成から主成分は植物油と思われる。麻婆の素は最高でも 5.4% であり平均 3.8% と非常に少なく、脂肪酸組成からも未水素添加の植物油が主体と思われた。また、カレー、シチュー、ソース類及び飯類のそれぞれ 7, 4, 9

Table 1 Fat Contents and *trans* Fatty Acid Compositions (wt% relative to total fatty acids) of Roux, Retort-pouched Foods and Soups.

Food		N ¹⁾	Fat content ²⁾ (%)	<i>trans</i> Fatty acid ²⁾ (wt%)	
				C18:1	total
Roux					
	Curry	28	36.3 (26.6–46.6)	12.4 (0.4–18.5)	14.3 (1.0–21.3)
	Stew	17	36.1 (17.9–43.6)	13.8 (1.8–16.9)	15.5 (2.5–19.9)
	Hash	8	33.9 (29.0–40.5)	14.7 (10.8–18.0)	16.6 (12.2–20.4)
	Mean		35.8	13.2	15.0
Retort-pouched food					
	Curry	18	6.7 (2.7–14.2)	5.0 (0.5–14.2)	6.2 (1.2–15.5)
	Stew	5	5.3 (3.2–7.1)	6.1 (0.4–12.8)	7.5 (1.8–14.1)
	Hash	4	5.7 (5.4–6.7)	4.0 (2.1–4.8)	5.3 (3.5–6.1)
	Sauces	21	7.4 (2.3–32.1)	6.2 (0.9–20.4)	8.3 (1.8–23.5)
	Ma Po Dow Fu sauce	5	11.5 (2.9–27.4)	1.8 (1.1–2.8)	3.8 (2.8–5.4)
	Cooked rice	9	6.0 (3.1–12.9)	3.8 (1.4–9.3)	5.3 (2.1–10.5)
	Mean		7.0	5.0	6.6
Soup					
Domestic	Powder or cube	18	9.1 (3.4–18.2)	10.0 (1.4–23.3)	10.9 (2.3–24.0)
	Canned	14	4.6 (2.4–6.4)	4.4 (1.7–10.6)	6.4 (2.9–12.3)
Imported	Powder or cube	23	17.4 (2.2–38.9)	22.5 (2.4–51.6)	24.7 (3.8–53.6)
	Canned	13	4.4 (2.4–7.9)	4.7 (0.8–15.3)	6.6 (1.7–20.0)
	Mean		10.1	12.1	13.8

1) Number of samples analyzed.

2) Range in parenthesis.

及び2銘柄でバター、チーズ及びクリーム等の乳製品が併用されており、これらもトランス酸源となっていると考えられた³⁾。

レトルトパウチ食品全平均で見ると、脂肪含量は7.0%、総トランス酸の割合は6.6%であり、トランス異性体の主成分は*t*-C18:1であった。また、全62銘柄中半数以上の32銘柄では総トランス酸含有率が5%未満であり未水素添加油を使用しているものとみなされた。

3.1.3 スープ類

国産品及び輸入品のスープ類の脂肪含量及び総脂肪酸に対するトランス酸の割合をTable 1下段に示した。平均脂肪含量は、缶入りタイプは国産品4.6%、輸入品4.4%でほぼ同等であった。粉末又は固形タイプは国産品9.1%、輸入品17.4%であり、いずれも缶入りタイプより高く、さらに輸入品は同タイプの国産品よりも高い値を示した。

トランス酸はいずれも*t*-C18:1が主成分であった。平均総トランス酸含有率は、缶入りタイプの国産品及び輸入品でそれぞれ6.4%及び6.6%を示しほぼ同様であった。国産品の2銘柄及び輸入品の1銘柄では硬化魚油の

配合も推測された。粉末又は固形タイプは国産品が10.9%であるのに対し輸入品は24.7%と高く、範囲も3.8～53.6%と非常に広がった。未水素添加油使用と思われる5%以下のものは国産品4銘柄、輸入品においては1銘柄のみであった。国産品の18銘柄中9銘柄と輸入品の23銘柄中21銘柄ではトランス酸の割合は10%以上を示し、多くの銘柄で部分水素添加油が使用されていると思われた。

スープ類の全平均は、脂肪含量10.1%、*t*-18:1は12.1%、そして総トランス酸が13.8%であった。また、総トランス酸が国産品及び輸入品とも、粉末又は固形タイプで缶入りタイプより高い傾向を示した。これはトランス酸の起源の違いによるものと考えられた。すなわち、缶入りタイプは国産品及び輸入品の殆どの銘柄（国産品14銘柄及び輸入品8銘柄）で主な油脂原料として牛乳やバター及びクリーム等の乳製品が用いられており、これらがトランス酸源となっているため総トランス酸含有率が4～6%を示したものが多かったと思われる^{2),3)}。一方、粉末又は固形タイプでは乳製品等が使用されている銘柄は国産品の3銘柄のみであり、主に水

素添加油を使用していると思われ、トランス酸含有率が高い値を示したと考えられた。粉末又は固形スープ中のトランス酸量が高い値を示すことは Henninger ら⁵⁾や Aro ら⁶⁾も報告しており、さらに Henninger ら⁵⁾は粉末又は固形スープ中にはその製品 100 g 中に 9 g ものトランス酸を含有している銘柄もあったと報告している。

Table 2 に示すように、粉末又は固形スープ中の総ト

Table 2 Total *trans* Fatty Acid Contents (wt% relative to total fatty acids) of Domestic and Imported Soups (Powder or Cubes).

Country	N ¹⁾	Total <i>trans</i> fatty acid ²⁾
Japan	18	10.9 (2.3–24.0)
Denmark	1	24.7
Ireland	1	18.8
Netherlands	6	13.8 (3.8–29.6)
Switzerland	10	31.8 (7.7–53.6)
Thailand	1	13.9
United States	4	27.5 (23.0–32.7)

1) Number of samples analyzed.

2) Range in parenthesis.

ランス酸含有率を生産国別に比較したところ、国産品が最も低く 10.9% であった。しかし、デンマーク、アメリカ及びスイスでは平均 20% 以上と高い値を示し、特にスイスの製品は平均 31.8% で、総トランス酸含有率が 50% を超えるものが 2 銘柄あった。

3.2 1 食中に含まれるトランス酸含有量

1 食分の重量は各製品に記載されている内容量と人数分から計算した。これを基にルー、レトルトパウチ食品及びスープ類 1 食に含まれるトランス酸量を算出し Table 3 に示した。

ルーは 3 種類とも 1 食の重量 (約 21–23g) 及び脂肪量 (6.8–8.3 g) に大きな差はなく、1 食当たりの総トランス酸含有量 (1.07–1.08 g) もほぼ同じ値であった。ルー全体の平均は 1 食の重量 21.8 g、脂肪量 7.8 g、1 食あたりの総トランス酸含有量は 1.08 g であった。

レトルトパウチ食品のうち、カレー、シチュー及びハヤシは 1 食の重量 (202.5–217.5 g) 及び脂肪量 (12.0–13.6 g) にほとんど差はなく、1 食中のトランス酸含有量は、カレー 0.80 g、シチュー 0.94 g 及びハヤシ 0.63 g であった。ソース類及び飯類の 1 食の重量 (105.3 g 及び 159.5 g) 及び脂肪量 (7.9 g 及び 8.8 g) は、それぞれ

Table 3 The Amount of Fats and Total *trans* Fatty Acids in Roux, Retort-pouched Foods and Soups per Serving.

Food		Serving size ^{1),2)} (g)	Fat (g/serving)	Total <i>trans</i> Fatty Acid ²⁾ (g/serving)
Roux				
Curry		23.0 (18.3–38.3)	8.3 (6.0–12.1)	1.08 (0.11–1.84)
Stew		20.6 (15.7–25.8)	7.4 (4.6–10.8)	1.07 (0.21–1.62)
Hash		20.1 (18.3–22.5)	6.8 (5.4–9.1)	1.07 (0.80–1.53)
Mean		21.8	7.8	1.08
Retort-pouched food				
Curry		202.5 (130–250)	13.6 (4.9–31.2)	0.80 (0.09–2.54)
Stew		216.0 (150–250)	12.0 (5.8–17.8)	0.94 (0.10–1.77)
Hash		217.5 (180–250)	12.2 (9.9–14.1)	0.63 (0.33–0.78)
Sauces		105.3 (23.6–140)	7.9 (1.5–37.9)	0.61 (0.04–2.99)
Ma Po Dow Fu sauce		31.8 (20.0–43.3)	3.1 (1.1–5.5)	0.12 (0.04–0.28)
Cooked rice		159.5 (50.0–260)	8.8 (3.6–25.8)	0.59 (0.11–2.57)
Mean		151.6	9.9	0.65
Soup				
Domestic	Canned	11.6 (1.3–41.8)	1.2 (0.04–4.1)	0.11 (0.002–0.44)
	Powder or cube	150.0 (72.5–200)	7.0 (2.9–10.4)	0.44 (0.11–1.21)
Imported	Canned	12.1 (2.0–26.7)	1.9 (0.1–4.2)	0.43 (0.007–2.11)
	Powder or cube	115.3 (73.3–170)	5.4 (1.8–12.0)	0.39 (0.03–1.40)
Mean		60.1	3.5	0.34

1) Calculate based on indication on the labels.

2) Range in parenthesis.

カレー、シチュー及びハヤシよりも少ないが、1食当たりの総トランス酸含有量はソース類 0.61 g 及び飯類 0.59 g であり大きな差はなかった。麻婆の素は他のレトルトパウチ食品のように温めてそのまま利用するのではなく、材料を加え若干調理を必要とする料理の素であるため、1食の重量が 31.8 g と他に比べ少ない。さらに、脂肪量も 3.1 g と少なく、1食当たりの総トランス酸含有量は 0.12 g で最も低い値を示した。レトルトパウチ食品の全平均は、1食の重量が 151.6 g、脂肪量が 9.9 g、1食中の総トランス酸含有量は 0.65 g であった。

スープ類 1食の重量は国産品及び輸入品とも、缶入りタイプと粉末又は固形タイプとは大きな差があった。さらに、1食中の脂肪量も缶入りタイプが国産品 7.0 g、輸入品 5.4 g であるのに対し、粉末又は固形タイプは国産品 1.2 g、輸入品 1.9 g であり、製品の形状で大きく異なった。しかし、1食当たりの総トランス酸含有量は缶入りタイプの国産品 0.44 g 及び輸入品 0.39 g、また、粉末又は固形タイプは国産品 0.11 g、輸入品 0.43 g であり、輸入品は缶入りタイプと同程度であった。

スープ類全体では、1食の重量が 60.1 g、脂肪量が 3.5 g、1食当たりの総トランス酸含有量は 0.34 g であった。

4 総 括

総脂肪酸に対する総トランス酸含有率は、ルーではカレー、シチュー及びハヤシの3種類ともほぼ同じ値（平均 15.0%）を示し、多くの銘柄で水素添加油の使用が推測された。レトルトパウチ食品は、未水素添加油の植物油が主体であると思われる麻婆の素以外のカレー、シチュー、ハヤシ、ソース類及び飯類の5種類には顕著な差はみられず、全銘柄数の約半数で未水素添加油が使用されていると思われた。スープ類では粉末又は固形タイプの輸入品に多く含まれているものがあり、国産品、輸入品とも缶入りタイプに比べ粉末又は固形タイプの方が高い傾向を示した。1食当たりの総トランス酸含有量は

ルーが最も多く 1.08 g、レトルトパウチ食品が 0.65 g、スープ類が 0.34 g であった。

このように、今回分析した調理加工食品類中にもトランス酸が存在していることが明らかとなった。さらに、現代人の食生活から見て調理時間の短縮や、調理が必要といった便利さが要求されるようになっている。そのためこれらのルー、レトルトパウチ食品やスープ類などのような手間のかからない調理加工食品の需要が今後伸びることが十分に考えられる。したがって、これらの食品からのトランス酸の摂取量も増加していくことが想定される。

終わりに、本研究の一部は日本マーガリン工業会からの研究費の援助によるもので、ここに記して深謝する。また、本研究に種々のご指導を頂いた（財）日本食品油脂検査協会木下葉子検査部長、並びに分析にご協力を得た佐藤裕絵検査課長代理、太田千穂検査主任に深謝致します。なお、本報の要旨は第37回油化学討論会（福岡，平成10年9月17日）において発表した。

（受付：1999年4月19日，受理：1999年6月1日）

文 献

- 1) P. L. Zock, M. B. Katan, *Atherosclerosis*, 131, 7 (1997).
- 2) 松崎 寿, 高橋淳根, 馬場 明, 丸山武紀, 新谷 勲, 菅野道廣, 日本油化学会誌, 47, 277 (1998).
- 3) 松崎 寿, 馬場 明, 丸山武紀, 新谷 勲, 柳田晃良, 菅野道廣, 日本油化学会誌, 47, 345 (1998).
- 4) 松崎 寿, 馬場 明, 丸山武紀, 新谷 勲, 柳田晃良, 菅野道廣, 日本油化学会誌, 47, 495 (1998).
- 5) M. Henninger, F. Ulberth, Z. *Ernährungswiss*, 36, 161 (1997).
- 6) A. Aro, E. Amaral, H. Kesteloot, A. Rimestad, M. Thamm, G. van Poppel, *J. Food Compos. Anal.*, 11, 170 (1998).
- 7) 日本油化学会編, “基準油脂分析試験法” 参 3.1.3-1996.
- 8) 日本油化学会編, “基準油脂分析試験法” 2.4.1.2-1996.
- 9) 科学技術庁資源調査会編, “日本食品脂溶性成分表”, 大蔵省印刷局 (1989) p. 40.

[報文]

わが国の市販食品中のトランス型脂肪酸
について(第4報)

ルー, レトルトパウチ食品およびスープ類

松崎 寿^{*1}・青山 稔^{*1}・馬場 明^{*2}・丸山武紀^{*1}新谷 勲^{*1}・柳田晃良^{*3}・菅野道廣^{*4}^{*1} 財団法人日本食品油脂検査協会 (〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 3-27-8)^{*2} 日本マーガリン工業会 (〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 3-27-8)^{*3} 佐賀大学農学部応用生物化学科 (〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町 1)^{*4} 熊本県立大学環境共生学部 (〒862-8502 熊本県熊本市月出 3-1-100)

日本で市販されているルー, レトルトパウチ食品及びスープ類中のトランス酸含有量を, キャピラリーガスクロマトグラフィーと銀イオン薄層クロマトグラフィーを併用して分析した。

ルー (n=53) における総脂肪酸中の総トランス酸含有率は平均 15.0%, レトルトパウチ食品 (n=62) 及びスープ類 (n=68) ではそれぞれ 6.6% 及び 13.8% であった。全試料中, 総脂肪酸中の総トランス酸含有率が最も高い値を示したのは輸入品の固形スープの一つであり 53.6% にも及んだ。また, いずれの場合も分析した食品中の主なトランス異性体はトランス-C18:1 異性体であった。

ルー, レトルトパウチ食品及びスープの各食品 1 食分に含まれる総トランス酸含有量は, それぞれ 1.08 g, 0.65 g および 0.34 g であった。

(連絡者: 松崎 寿) Vol. 48, No. 8, 787 (1999)

[報文]

西洋ワサビペルオキシダーゼを触媒とする
オレンジⅡの退色機構森田みゆき^{*1}・山口江利子^{*1}・小松恵美子^{*1}・伊藤 理恵^{*1}上館 民夫^{*2}・渡辺 寛人^{*2}^{*1} 北海道教育大学 (〒002-8502 札幌市北区あいの里 5-3-1)^{*2} 北海道大学大学院工学研究科 (〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

西洋ワサビ由来のペルオキシダーゼ (HRP) と過酸化水素 (H_2O_2) 共存下におけるオレンジⅡの退色機構を検討した。チオール (RSH) はオレンジⅡの退色速度を低下させる。オレンジⅡの退色速度が増大し始める時間と, RSH が次第に減少し, 最後になくなってしまいう時間が一致した。これらのことから, オレンジⅡの退色反応はオレンジⅡラジカルの生成を経由して進行することがわかった。次に, HRP の酸化状態の変化を測定することで, HRP の反応時間を求めた。HRP を用いた場合, オレンジⅡの退色時間は 2~3 秒であったが, HRP- H_2O_2 系の反応時間は 60 分であった。HPLC により反応混合物から 1,2-ナフトキノンを分離した。したがって, これらのことから, HRP- H_2O_2 系においては, オレンジⅡは水素供与体として HRP 中間体に作用し, オレンジⅡラジカルを生成し, さらに, オレンジⅡの反応生成物は HRP 中間体に水素供与体として作用することが明らかとなった。

(連絡者: 森田みゆき) Vol. 48, No. 8, 793 (1999)