調理環境における腐食防食

平野 美那世*

*合名会社 平野清左衛門商店

Corrosion and Corrosion Resistance of Metals by Cooking

Minase Hirano*

*Hirano Seizaemon Co.

Problems on the corrosion of metal cooking utensils in seasoning solutions has little been studied. The test specimens were pieces of steel sheet, aluminum sheet and aluminum foil. After these specimens were either soaked at room temperature or boiled in various seasoning solutions, the weight loss and corrosion rate were measured.

The surface of specimens was examined by electron microscopy and the surface layer developed on discolored aluminum was examined by electron diffraction method.

It has been found that wide or a few corrosion arise depending on kinds of metals and types of cooking liquids. It is well known that iron products rust easily and coating with oil has a preventive effect, and in order to mitigate stickness of pans, it is a customary practice that first iron skillet and wok are heated well, then oil is coated on the surface. These effects were examined by measuring friction coefficient of heating and coating oil mild steel specimens. Some of them formed thin layer. From the infrared spectra of the thin layer forming compound, it has been found that the metal soaps are formed from fatty acid and iron ; i.e. chemical adhesion.

Key words : corrosion of cooking, soaking test, discolored aluminum, corrosion resistance, chemical adhesion.

1. はじめに

昨今、あらゆる分野で環境問題が論議されているが、特に人々の健康に直接かわりのある食事作りの道具の信頼性についての関心が高いのはいうまでもない。

一般に金属製品は耐熱性、耐衝撃性があり、例外はあるが熱伝導がよいため、多くの調理用具が金属によってつくられ、スプーンやナイフなどの小型のものから、オープンや流し台のような大型のものまで、また切れ味の大切な刃物類、耐熱性を要求される鍋類など多種類にわたっている。

これらを構成する金属素材の主なものとしては、鉄系、アルミニウム系、銅系であるが、わが国では銅製品は一般にあまり使われていない。金属製品は使用環境によって腐食が発生するが、調理用具では食物に直接触れるだけに調理にたずさわる人々は大きな関心を持っている。

る。

近年、金属材料に関する腐食の研究は多く、生活関連の分野、特に食品工業関係の機器類やパッケージなどの腐食についての研究はかなりなされている。また、食品衛生の分野では鉄鋼やアルミニウムの鍋からの重金属の溶出試験の測定結果が報告されている^{1), 2)}。

しかし、一般に日常調理に使われる調味液などが金属製調理用具に対して、どのような腐食性を示すかを定量的に検討した報告はほとんどない。著者はこれらを知ることが調理用具を使う立場から必要なことであると考え、軟鋼およびアルミニウムについて実験を行ったので、それらについて解説する^{3)~6)}。

次に実用的な防食の一例をあげることにする。

現在、もっとも使われている調理用具のひとつにフライパンがある。最近ではフッ素樹脂加工（テフロン）のものが普及しているが、以前から多く使われてきたのはさびやすい鉄製であった。ところで、昔から「鉄製フライパンは、油を十分なじませると使いよくなる」と言い

* 〒101 東京都千代田区内神田 1-5-2 (1-5-2, Uchi-kanda, Chiyoda-ku, Tokyo, 101 Japan)

伝えられてきた。著者はその理由を究明しようと実験を試みたが、かなり強固な皮膜が生成することが認められ、これがフライパンの調理性能を非常に向上させ、同時に防食の役割もしてくれることがわかった。そこで、それらについて解説する。

2. 鉄鋼とアルミニウムの腐食試験

著者は、鉄鋼とアルミニウムの試験片を調理で実際に使われているような溶液に浸漬した場合、どのような腐食挙動を示すか検討するために、電気化学的測定、浸漬試験、試験片表面の電顕観察、皮膜組成の電子線回折などを行ったが、ここでは主に浸漬試験について概説する。

2.1 実験方法

実験は、切断した試験片を常法により溶剤脱脂、アルカリ脱脂、酸洗、水洗などの前処理を行い、調整した試験液に室温（23±3℃）、または煮沸の条件で一定時間浸漬した後、取り出して腐食生成物を除去し、腐食減量を測定して腐食速度を算出した。

2.1.1 試験片

最近、調理用具の鉄鋼製品ではステンレス鋼が多く使われているが、オープンなどの大型機器からフライパン、中華鍋、おたま、フライがえしなどには軟鋼材がか

なり使われている。そこで鉄鋼の試験片には代表的な軟鋼材を用いた。

また、アルミニウム性の調理器具では鍋やケトル（やかん）が多く使われているが、アルミニウム製品は表面の耐食性を向上させるために陽極酸化皮膜処理をしたものが多く、JIS では皮膜厚さは6μm以上と規定されている。その他アルミ箔も多用途に利用されている。

そこでアルミニウムの試験片には、アルミニウム板、陽極酸化処理した板、市販のアルミ箔を用いた。

- a) 軟鋼板：SS 34（70×25×*t* 0.5 mm）
- b) アルミニウム板：A 1050 P 99.5%Al
（70×25×*t* 1 mm, 100×60×*t* 1 mm）
陽極酸化処理：目標皮膜 6.4~7.2 μm
（15±2 wt/v % H₂SO₄, 20±1℃, 1, 2/dm² 18分）
封孔処理：8 g 酢酸ニッケル/l, 98℃ 20分
- c) アルミ箔：1 N 30 Al>99.3%
（10×10×*t* 0.0015 mm）

2.1.2 試験液

実験に使用した試験液を表1に示した。すなわち、代表的な調味料およびそれに準じるものを選んだ(例外として一部試薬を使用)。溶液の濃度は、原液のままや、調理の際の標準的な濃度に調整した。またこれらを配合

表1 浸漬液の種類と濃度

溶 液 名	試薬または調味料	濃度(%)
食 塩 液	試薬1級塩化ナトリウム	3
蔗 糖 液	” サッカロース	10
重 曹 液	日本薬局方重炭酸ナトリウム	1
ク エ ン 酸 液	” クエン酸	5
酢 酸 液	試薬特級水酢酸	5
化 学 調 味 料 液	MSG98.5%、IMP1.5%	1
醬 油 液	本醸造濃口特級	塩分18
水でうすめた醤油液	”	塩分 3
食 酢 液	本醸造	酸度4.2
味 噌 液	天然醸造 塩分13.5%	塩分1.3

混 合 溶 液	組 成 (%)	ゆ で 汁
食 塩 糖液	食塩10 蔗糖 10	こんにゃく 450 g
” 化学調味料	” 20 化学調味料 1	生中華めん 200 g
” クエン酢液	” 20 クエン酸 5	じゃがいも
” 酢酸液	” 20 酢酸 5	た け の こ
” 酢	” 20 酸度 3.8	や ま ふ き
糖 醬 油	” 18 蔗糖 10	ご ぼ う
二 杯 酢	” 6 酸度 2.7	に ん じ ん
梅 酢	” 21 クエン酸 3.2	た ま ね ぎ
糖・クエン酸	蔗糖20 ” 5	ほうれん草

溶液の調製には比抵抗 5×10⁵ Ωcmの純水または水道水（東京都千代田区内神田で採取）使用。

した混合溶液や数種の野菜などのゆで汁も使用した。

2.2 腐食試験の結果と考察

2.2.1 軟鋼板を室温浸漬した場合

図1は食酢と食塩水を使用して腐食の経時変化を示したものである。従来から言われているように、腐食速度は初期に大きく、次第に一定値に近づく。本実験ではその期間は7~10日であった。

図2は基本的調味料の食酢、食塩水、糖水、重曹水の腐食速度を比較したものである。また、各種調味液の浸漬24時間後の腐食速度について図3にまとめた。

これらから、軟鋼に対する食品溶液の腐食性は、ほぼ

次の3種類に大別できることがわかった。

1) 腐食性の大きいものは、食酢、食塩水で、特にpHの低い食酢は最大であった。これらは電頭(24時間浸漬後)でも著しい孔食や粒界腐食が観察された。

2) 腐食性の非常に小さいものは、pHの高い重曹水や、非電解質の各種糖水であった。これらは電頭(1と同条件)でも対照片との違いがほとんど見られなかった。

3) 食塩を含んでいても、味噌、醤油では腐食が抑

図1 軟鋼に対する腐食の経時変化³⁾

図2 軟鋼に対する基本的調味料の腐食性³⁾

試験溶液名	pH	腐食速度 (m.d.d.)
重曹水	9.0	1.0
蔗糖水	7.1	1.7
グラニュー糖水	6.0	1.7
上白糖水	6.0	2.6
味噌液	5.3	3.3
純水	6.8	4.5
酢・糖・味噌液	3.2	4.5
酢・味噌液	3.2	4.6
重曹・食塩水	8.8	4.9
蔗糖・食塩水	6.0	5.1
化学調味料液	6.8	8.0
水道水	6.4	8.1
三杯酢	3.2	8.9
醤油・糖水	4.3	8.9
水希釈醤油	4.7	9.2
化学調味料・食塩水	6.0	10.1
市販醤油	3.9	10.8
二杯酢	3.2	11.3
食塩水	6.0	14.1
酢・食塩・化学調味料液	3.2	18.7
酢・化学調味料液	3.6	23.6
酢食塩水	2.4	28.7
水希釈食酢	2.6	33.5
市販食酢	2.1	34

図3 軟鋼に対する各種調味液等の腐食速度³⁾(浸漬24時間後)

表2 浸漬試験によるアルミニウム板の腐食の経時変化⁵⁾

溶 液 名	pH	腐 食 量 (mg/dm ²)						肉 眼 観 察
		1日後	5日後	10日後	20日後	30日後	60日後	
食塩クエン酸液	2.0	3.68	212.3	1,856	4,258	6,614	—	1日後 全面腐食
梅 酢	2.0	2.14	8.02	15.96	64.95	105.4	488.3	5日後 //
食塩酢酸液	2.1	2.15	4.66	7.66	26.91	56.91	389.9	10日後 //
食塩	2.4	2.05	4.57	6.72	26.36	50.75	377.4	// //
酢	2.4	1.89	3.55	7.05	19.56	34.63	68.40	// //
酢酸液	2.1	1.16	2.71	3.57	12.55	14.55	27.53	20日後 光沢なし
醬油	4.7	2.03	3.71	6.27	20.29	36.66	68.80	5日後 切断部孔食
糖 醬油	4.7	1.46	3.03	4.90	12.52	23.00	48.90	10日後 //
二 杯 酢	3.2	0.51	1.97	3.33	8.74	19.51	36.69	5日後 黄灰色皮膜・30日後孔食
食塩化学調味料液	6.8	0.02	0.37	1.62	2.87	8.34	15.01	10日後 切断部孔食
食塩糖液	6.0	0.01	0.78	1.27	4.22	5.84	8.50	5日後 灰色皮膜
食塩液	6.0	0.70	0.81	2.22	2.87	3.14	3.90	2日後 //
クエン酸液	2.0	1.32	1.08	1.38	3.00	3.45	6.84	20日後 光沢ややなし
糖クエン酸液	2.0	0.35	1.48	2.40	2.85	3.15	9.51	// //
重曹液	9.6	0.35	0.24	0.35	0.35	0.56	1.38	10日後 干渉色皮膜・光沢あり
化学調味料液	6.8	0.01	0.08	0.16	0.46	0.67	1.35	変化なし・光沢あり
蔗糖液	7.1	0.27	0.32	0.59	0.54	0.67	0.75	// //
純 水	—	0.48	0.51	0.48	0.62	0.78	0.94	// //

制された。また、食酢との混合液、二杯酢、三杯酢、酢味噌などはpHが低いにもかかわらず、腐食性はかなり小さくなった。これらは、本実験の範囲では明らかではないが、味噌や醤油に含まれるアミノ酸や蛋白粒子の効果、脂肪による油性皮膜の生成などにより腐食を抑制するためと考えられる。

2.2.2 アルミニウム板・箔を常温浸漬した場合

表2は、アルミニウム板の常温浸漬60日までの腐食減量、表面観察の結果をまとめたものである。また図4は市販アルミ箔を浸漬して腐食の状態を観察したものである。これらから腐食量や腐食形態を分類すると、アルミニウムに対する食塩溶液の腐食性は次の4群に分類できることがわかった。

1) 全面腐食：梅酢，食塩酢のように、有機酸を含みpHが2.4と低く、かつ食塩濃度が高く、塩素イオンが存在する場合は、浸漬開始後1～10日ぐらいで全面腐食となり、腐食量も最大であった。

2) 孔食：醤油，食塩化学調味料液のようにpH5～7前後でアルミニウムの不動態領域にあり、食塩やアミノ酸を含むものは孔食が発生した。

3) 有色皮膜の生成：重曹水，食塩水などでは溶解したアルミニウム塩の溶解度が小さく、再び表面に沈澱吸着して有色皮膜を生成すると考えられ、腐食量は比較的小さかった。

4) ほとんど表面変化しない：蔗糖，化学調味料，酢酸，クエン酸の液などでは不動態皮膜の溶解が少ないためか、腐食量も小さかった。

(●点食または端腐食 ▲かなり腐食進行 ×完全に溶解)

図4 食品溶液のアルミ箔に対する腐食性⁵⁾

2.2.3 アルミニウム板・箔を煮沸浸漬した場合

表3は、試験片のアルミニウム板と箔を各試験液で30分間煮沸した後の腐食減量、表面状態、光沢度などをまとめたものである。この結果から、調理に利用される食品溶液のアルミニウムに対する腐食性は、30分煮沸浸漬の場合、ほぼ次の3種に分類できることがわかった。

1) 重曹水はpHが10と高く腐食性は最大であっ

た。pHの低いものではクエン酸食塩液の腐食量が大きかった。これらはアルミニウムを大きく溶解腐食し、光沢度の減少が顕著であった。また、電顕観察でも多くの侵食点がみられた。

2) 水道水、蔗糖液、食塩水、化学調味料、こんにゃく及び生中華めんのゆで汁などはpH 6~9で表面に皮膜が生成され、黒変化などの変色現象がみられた。

アルミニウムの変色現象は、従来から複数の因子によって生ずると考えられている。皮膜黒変部の分析の結果、カルシウムイオンが認められたという報告もあり、こんにゃくのゆで汁や蔗糖に含まれるCaが黒変原因の一つと考えられる。また生中華めんをこねるときにかん水を使うため、ゆで汁に溶け出た炭酸アルカリにアルミニウムが溶解され、これと水に含まれるアニオン類、塩類などと反応し、アルミン酸塩の加水分解生成物が加わり、暗灰色皮膜が生じたと考えられる。また、4Nの高純度アルミ板と鍋材のアルミ鋳物試験片でも同様な実験をしたが、前者は変化がなく後者は著しく黒変した。従

来からいわれるように、これは素地アルミニウム中の不純物が変色の一因と考えられる。

黒変皮膜を沃度メタノール法で剥離捕集し電顕で観察したが、明視野像では皮膜に種々の付着物が認められ、これが着色の原因になっていると考えられる。また電子線回折像では、比較的リングが明瞭な場合の格子定数を同定すると $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3(\text{OH})_3$ ではないかと考えられた。

3) 食酢、醤油、野菜のゆで汁などはpHは6以下で、腐食性は非常に小さく、光沢度も電顕観察でも対照片とほとんど変わらなかった。

2.2.4 陽極酸化アルミニウム板を煮沸浸漬した場合

表4は、陽極酸化処理をしたアルミ試験片を30分試験液で煮沸した場合の腐食量、皮膜厚さ、光沢残存率などをまとめたものである。

この結果から、陽極酸化処理をしても重曹水の腐食量は大きく、次に20%食塩、5%クエン酸であった。腐食量の絶対値は小さかったものの、これらは未処理アル

表3 30分沸騰浸漬後のアルミニウム板・箔の表面変化⁵⁾

溶 液 名	pH	腐食量 (mg/dm ²)	肉 眼 観 察		光沢度 (1000%)	皮膜 生成
			色 調	光 沢		
純 水	D		変化なし	あ り	477	あり
水 道 水	C	6.4	薄黄褐色	にぶい	305	あり
重 曹 水	D	10.0	白色(箔は溶解)	な し	142	なし
	C	10.0	" (")	"		"
*生 中 華 め ん	D	9.2	やや白色	あ り	107	あり
	C	9.4	暗 灰 色	にぶい	86	"
*こ ん に ゃ く	D	9.0	黄 褐 色	にぶい	178	あり
	C	9.2	濃暗灰色	極くにぶい	42	"
化学調味料液	D	6.8	極薄褐色	あ り	413	あり
	C	7.2	"	"	405	"
蔗 糖 液	D	6.9	変化なし	にぶい	345	あり
	C	6.8	濃暗灰色	な し	88	"
食 塩 水	D	6.2	変化なし	にぶい	409	あり
	C	6.4	暗 灰 色	な し	91	"
食 塩 ・ 糖 液	D	6.0	"	"	97	"
醬 油 液	D	5.0	変化なし	あ り	551	なし
	C	5.4	"	"	564	"
醬 油 ・ 糖 液	D	4.7	"	"	540	"
食 酢 液	D	2.4	変化なし	あ り	603	なし
	C	2.4	"	"	596	"
食酢・食塩液	C	2.4	"	"	525	"
クエン酸液	D	1.8	"	"	493	"
クエン酸・糖液	C	2.0	"	"	448	"
クエン酸食塩液	D	2.0	暗 灰 色	な し	95	"
*じゃがいも	C	6.2	変化なし	あ り	599	なし
*たけのこ	C	6.0	変化なし	あ り	566	なし
*やまぶき	C	6.0	変化なし	あ り	547	なし
*ごぼう	C	6.0	変化なし	あ り	436	なし
*にんじん	C	5.8	変化なし	あ り	542	なし
*たまねぎ	C	5.6	変化なし	あ り	487	なし
対 照 片				あ り	598	—

*印はゆで汁, D: 純水使用, C: 水道水使用

表 4 陽極酸化アルミニウム板を沸騰した溶液に30分浸漬後の表面変化⁶⁾

溶 液 名	pH	腐食量 (mg/dm ²)	皮膜厚減 少率(%)	光沢残存 率(%)	表面変化目視観察
重 曹 液	9.7	-125.21	11.1	10.7	かなり白い むらがある
こんにゃくゆで汁	9.0	+0.11	99.1	61.6	やや白っぽい
3%食塩液	8.5	-1.43	99.7	66.0	〃
10%蔗糖液	7.8	-0.32	100.0	93.6	極くわずか光沢減少
水 道 水	7.2	-1.50	99.5	67.2	不均一に白っぽい
ほうれん草ゆで汁	6.4	+1.54	99.1	107.2	極くわずか光沢減少
味噌汁液	5.7	-0.49	99.1	103.3	〃
水でうすめた醤油	4.8	+1.29	100.0	100.0	ほとんど変化なし 光沢あり
醬 油	4.6	-0.37	99.8	102.2	〃
二 杯 酢	3.5	+1.52	99.4	98.6	極くわずか光沢減少
酢	2.4	+0.81	99.2	96.7	〃
0.5%クエン酸-20%食塩液	2.3	-1.52	98.6	91.1	ほとんど変化なし
5%クエン酸-20%食塩液	1.8	-17.61	*100.0	80.1	わずか光沢減少 孔食あり

テスト前の皮膜厚さ=6.55±0.45μm (*は孔食部分以外で測定)

ミ板と同じ傾向だった。

D. 300℃で空焼き後、油塗布、さらに300℃または200℃で加熱処理

なお加熱処理は電気炉を使用し、加熱時間はそれぞれ10分とした。また油は食用大豆サラダ油を用いた。

3.2 軟鋼板の油塗布加熱試験の結果と考察

3.2.1 加熱方法が異なった場合の摩擦係数

試験片は吸着油膜の生成により潤滑効果が生じ、摩擦係数は小さくなる。本実験では摩擦係数測定器をもちいて動摩擦係数を測定し、皮膜の状態を比較した。

図5に示したように、試験片の加熱処理が異なった場合、摩擦係数に違いがみられた。すなわち、未処理材Aと空焼き処理材Bは摩擦係数が大きく、C、Dのように油塗布加熱したものは小さかった。特に空焼きをして酸化皮膜の生じたところへ油を塗って加熱をしたDは、油が十分になじんだため摩擦係数は最も小さかった。

3.2.2 表面層の赤外線分析

試験片の表面層からは、黒色の外部層と下地金属との界面部分の内部層を採取し、また未処理の大豆油についても、KBr錠剤法を用いて赤外線分析を行った。

図6は、摩擦係数の測定結果が最も良かった油塗布加熱をしたD試験片と大豆油の赤外スペクトルを示したものである。この図から、200℃では1800~1700cm⁻¹において大豆油のエステルの吸収が減少し、カルボン酸やカルボニルへの変化がみられる。また1600cm⁻¹近傍ではCOOFe⁺と判定される吸収帯があらわれている。一方、3000cm⁻¹付近の二重結合の吸収はまったく消えてしまっている。以上のことから、大豆油中の不飽和グリセリドはケン化されてカルボン酸に分解し、さらに鉄と反応して配向した油膜を、また分子間では熱重合により強固な油膜を形成していると考えられる。

3. 軟鋼板への油塗布加熱

古くから鉄製品は非常にさびやすいが、油を塗布するときび止め効果があることはよく知られている。そして従来から、軟鋼のフライパンや中華鍋は油なじみがよく、空焚きして油塗布を繰り返して使い込むと、こびりつかなくなり、さびなくなると言われてきた。

著者は、これらの現象を科学的に検討するために実験を行い、興味深い結果が得られたのでこれらについて解説する⁷⁾。

3.1 実験方法

実験は、試験片の軟鋼板に大豆油の塗布加熱などの各処理を行った後、潤滑効果の違いを検討するために、摩擦係数測定器を用いて動摩擦係数を測定した。また、試験片の表面に生成した吸着皮膜物質を検討するために、KBr錠剤法による赤外線分析を行った。一方、これらの試験片の上で実際にホットケーキを焼いてみた結果、調理でも成績の良い条件が確認された。

3.1.1 試験片

試験片には、鉄製フライパンに使われている軟鋼板を用いた。

軟鋼板：SS 34 (70×25×t 0.5 mm) 圧延ミガキ鋼板
表面粗さ：4μR_{max}
表面硬さ：Hv 105~110

試験片は、切断して定法による溶剤脱脂、アルカリ脱脂、酸洗、水洗、乾燥などの前処理をした後、処理条件は次の4種類で実験を行った。

- A. 対照片としての未処理材
- B. 300℃で加熱処理
- C. 油塗布後、300℃または200℃で加熱処理

図5 加熱処理の異なった軟鋼板の摩擦係数⁷⁾
(摩擦係数測定温度: 常温)
A: 未処理材, B: 300°C 空焼き材, C: 油塗布 300°C 加熱材, D: 300°C 空焼き後油塗布 300°C 加熱材

図6 大豆油塗布加熱軟鋼板の表面吸着物の赤外吸収スペクトル⁷⁾

300°C では 200°C の場合よりケン化反応がさらに進み、カルボン酸鉄塩の生成が大きく増加している。一方、エステル基および 2800 cm^{-1} 付近のアルキル基の吸収が減少していることから、油の一部が熱酸化劣化していると思われる。200°C, 300°C とともに内部層のほうが外部層よりも反応が進んでいることが認められた。

以上のことから、D 試験片上の油は熱により一部分分解し素地鉄表面の酸化物和水の共存によって化学吸着し強固な膜をつくっていると思われる。

実用試験として、これら 4 条件の試験片でホットケーキを焼いてみたが、摩擦係数の大きかった未処理材 A とから焼き材 B は、部分的に早く焦げ始めた。一方、摩擦係数の小さかった C, D 試験片では、焼きむらがなく、焼き色も好ましい色に焼けた。特に D の成績が良かった。

4. おわりに

これらの実験結果から、日常生活で金属製品とつきあう上で、役に立つ現象を確認することができた。そこで調理の現場で注意したいことをいくつかあげてみたい。

たとえば、『重曹水のようなアルカリ液や、有機酸+濃い食塩の混合液(梅酢など)は、アルミ器物に対してもっとも腐食性が大なので、これらに該当する食品はアルミ鍋やアミル箔などの使用は避けるべきである』とか、『アルミ鍋でこんにゃくや中華そばをゆでると黒ずむことがある』。また、『鉄のフライパンをこびりつかなくて、さびも発生させないためには、油を十分なじませるとよい』など。

今回、筆者が調理作業中に気づいた疑問点について実験を行った中から、本題に関係のある部分を拾ってみたが、台所という身近な環境の中にも、科学的に解明されていない現象はまだ多く残されているのである。

文 献

- 1) 堀口俊一ほか: 生活衛生, 26, 291 (1982).
- 2) 堀口俊一ほか: 生活衛生, 27, 72 (1983).
- 3) 平野美那世: 家政誌, 27, 143 (1976).
- 4) 平野美那世: 家政誌, 28, 35 (1977).
- 5) 平野美那世: 家政誌, 32, 87 (1981).
- 6) 平野美那世: 家政学会第 42 回大会発表要旨(1990).
- 7) 平野美那世: 家政誌, 28, 398 (1977).