

人体におよぼす環境湿度と被服の開口状態の影響 (第4報)

——放熱効果について——

中 里 喜 子

(昭和57年9月25日受理)

The Influence of the Environmental Humidity and the Opening Degree of Clothing on Human Body (Rep. 4)

—— The effective radiation of heat ——

Yoshiko NAKAZATO

(Received September 25, 1982)

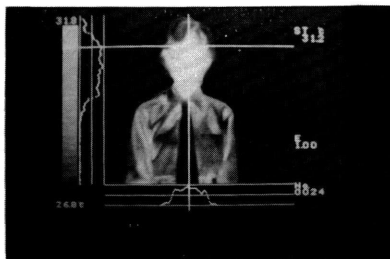
I はじめに

すべての物体は、その表面温度に関係した電磁波を放射している。物体からの自然に放射される赤外線領域の放射パワーを、一般に赤外線輻射という。

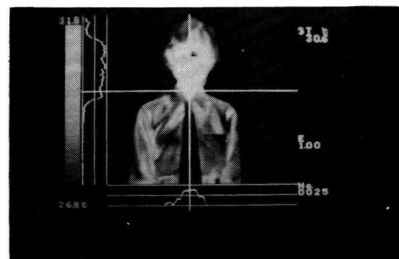
この赤外線輻射を、小さい視野で光学的に検知して、物体表面の温度分布像に変換させたものが、サーモグラフであるが、点から面に拡がっての物体の表面温度を検

知することが出来る。

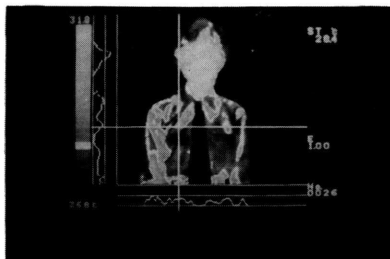
今回、本報においては、従来の接触温度計により、皮膚温および被服内温度を測定し、併せて非接触温度計である「産業用サーモグラフィインフラアイ 550」によって、表面温度を測定することにより、被服層として、断面からの温度の比較を行って、放熱効果を考察して、報告する。



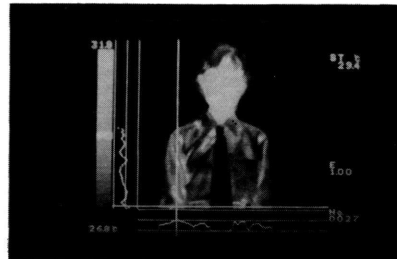
A HUM.: 80%, 暴露室90', 前額



B HUM.: 80%, 暴露室90', 咽喉



C HUM.: 80%, 暴露室90', 胸部



D HUM.: 80%, 暴露室90', 上腕

Fig. 1 サーモグラフ

.....開衿・半袖——Yシャツ・ネクタイ・半袖
×.....開衿・長袖——×——Yシャツ・ネクタイ・長袖

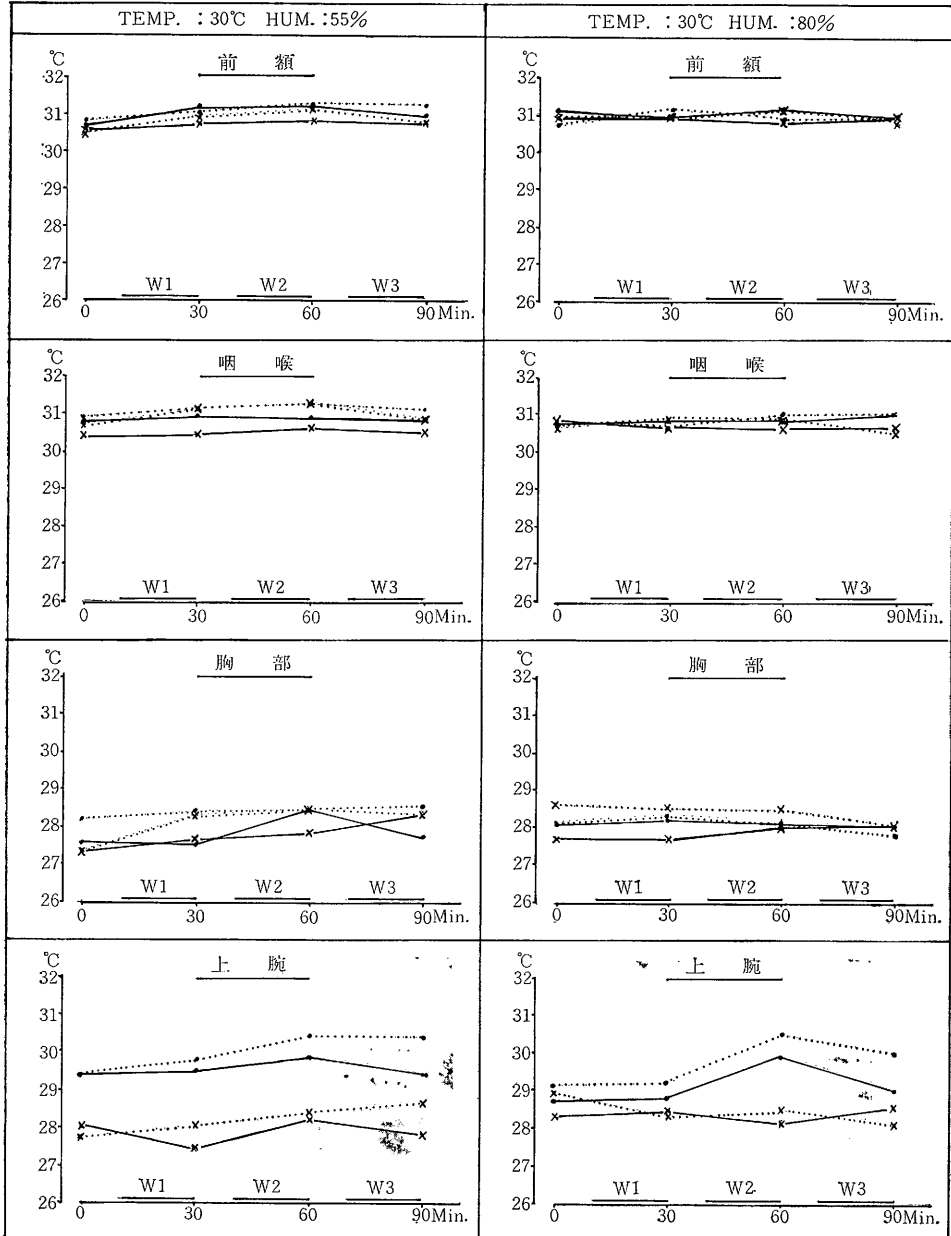


Fig.2 サーモグラフィによる測定値

II 実験方法

- | | |
|------------|----------------------------------|
| 1 被験者 | } 第1報にて報告 ¹⁾ した通りである。 |
| 2 環境条件 | |
| 3 実験に用いた被服 | |
| 4 測定項目 | |
| 5 実験の時間 | |

暴露室入室直後、30分後、60分後、90分後に、サーモグラフィ・インフラファイ550により測定した¹⁾のであるが、30分後、60分後、90分後は、それぞれその前に20分の椅座作業（R. M. R. 1.）を行った直後である。前額、咽喉、胸部、上腕の表面温度を、被服形態4種（開衿・半袖、同 長袖、Yシャツにネクタイ・半袖、同 長袖）と、環境の相対湿度を55%と80%に設定して比較した。何れも環境温度は30℃である。（Fig. 1 参照）

II 結果および考察

1 サーマグラフィによる表面温度の比較

被験者4名の平均値について、比較すると次の通りである。（Fig. 2 参照）

1) 前額

HUM.: 55%より80%の場合の方が、僅かではあるが高温を示し、被服形態による差はあまりないが、HUM.: 55%では半袖の方が高く長袖の方が低い。半袖で比較すると、暴露室入室30分でYシャツにネクタイ着用時が高くなり、60分、90分経過すると下がる。長袖で比較すると、30分、60分と暴露時間が経過するに従って、開衿が高くなり、90分で下がってくるので、Yシャツにネクタイ着用の場合と一致する。HUM.: 80%では、55%の場合より、一層その差は少ない。

2) 咽喉

環境湿度の変化による表面温度の違いは殆んどなく、被服形態でみると、開衿着用の方が高く、Yシャツにネクタイ着用の方が低い。特にHUM.: 55%の場合、作業終了後の測定値にはっきりとその差が出ていることから、上向開口が開いている開衿は、ここから放熱されているためと考察される。

袖の長さで比較すると、開衿の場合は、差がみられない位に接近しているが、Yシャツにネクタイ着用の場合、半袖の方が高く、長袖の方が低い。HUM.: 80%では、50%の場合より一層その差は少ない。

3) 胸部

布地の上からの測温であるので、前額、咽喉に比較すると低い温度である。

環境湿度による違いは見られない。

被服形態別にみると、Yシャツにネクタイを着用した場合の方が、開衿の場合より低く、中でも長袖の場合が、半袖より低い。

被服内では、Yシャツにネクタイ着用の場合は、開衿より高い温度を示していたが、被服表面に放熱されていないためであろう。

4) 上腕

袖の長さによる違いが、上腕の被服表面温度にはっきりと出ている。

殊に作業が進行し、90分経過すると、有意な差を示す。即ち、半袖着用の場合は、長袖よりも高い被服表面温度となる。水平開口である袖口からの放熱があるためと推察される。

2 胸部における被服層断面にみる放熱効果

体内温（舌下温）と胸部における皮膚温、被服内温度、被服表面温度、外気温を断面にとって、その放熱効果を考察する。

1) HUM.: 55%, 開衿・半袖着装時、胸部の放熱比較

暴露室に入室して直後より、30分、60分、90分と時間が経過するにつれて、皮膚温、被服内温度は上昇していく。特に被服内温度は、32.7℃から35.1℃まで上昇しているが、上向開口、水平開口が開いている場合は、閉鎖されている状態のYシャツにネクタイより高く、長袖より高い。（Table. 1 参照）

2) HUM.: 55%, 開衿・長袖着装時、胸部の放熱比較

暴露室に入室して30分経過すると、皮膚温は、36.0℃から30分間で36.6℃に上昇し、90分経過まで同じ温度を保つ。被服内温度は、33.0℃から35.4℃まで上昇していく。被服表面温度も27.4℃から28.4℃まで30分間に上昇し同じ温度を保つ。長袖が半袖より低いのは、長袖で水平開口が閉鎖されていると、放熱は袖から行えなくなるためであると推察される。（Table. 1 参照）

3) HUM.: 55%, Yシャツにネクタイ・半袖着装時、胸部の放熱比較

暴露室に入室直後から、皮膚温は36.5℃、被服内温度34.3℃と高くなる。被服の表面温度は、暴露室入室直後は27.4℃であるが、60分経過すると、28.8℃に上昇する。Yシャツにネクタイを着用して、上向開口を閉鎖した場合も、放熱が妨げられるためであろうと推察される。

Table.1 HUM.: 55% 着装別胸部被服層の温度

		環 境 温 度：30℃								環 境 湿 度：55%							
		暴露室 0分				暴露室 30分				暴露室 60分				暴露室 90分			
		体温	皮膚	被内	被表	体温	皮膚	被内	被表	体温	皮膚	被内	被表	体温	皮膚	被内	被表
開 衿・ 半 袖	A	37.15	35.10	31.90	28.00	37.40	36.50	35.00	28.00	37.38	36.90	35.00	28.20	37.48	37.20	35.10	29.20
	B	36.78	36.40	32.70	28.40	37.05	36.60	35.60	29.80	37.08	37.00	35.60	29.20	37.09	37.00	35.30	28.00
	C	37.80	35.70	33.90	28.80	37.75	35.90	34.60	27.60	37.75	36.10	34.40	28.40	37.68	36.20	35.10	28.80
	D	37.48	35.90	32.10	27.40	37.35	35.80	34.40	27.60	37.35	35.70	34.10	27.80	37.60	35.80	34.80	28.00
	\bar{x}	37.30	35.78	32.65	28.15	37.39	36.20	34.90	28.25	37.39	36.43	34.78	28.40	37.46	36.55	35.08	28.50
	S	0.38	0.47	0.78	0.52	0.25	0.35	0.46	0.91	0.24	0.54	0.58	0.51	0.23	0.57	0.18	0.52
開 衿・ 長 袖	A	36.70	35.30	32.20	27.60	37.30	36.10	35.00	28.60	37.10	36.30	35.00	28.60	37.20	36.50	35.00	29.40
	B	36.55	36.00	33.00	27.00	36.80	36.30	35.20	27.80	36.85	36.30	35.20	27.40	36.85	36.30	35.70	28.20
	C	37.20	36.30	33.50	27.20	37.25	36.90	35.50	28.80	37.18	36.70	35.10	29.80	37.10	36.70	35.30	28.00
	D	37.40	36.40	33.20	27.60	37.60	37.10	35.60	28.20	37.55	36.80	35.20	28.00	37.50	36.80	35.70	28.00
	\bar{x}	37.00	36.00	33.00	27.35	37.24	36.60	35.33	28.35	37.17	36.53	35.13	28.45	37.16	36.58	35.43	28.40
	S	0.35	0.43	0.48	0.26	0.29	0.41	0.24	0.38	0.25	0.23	0.08	0.89	0.23	0.19	0.29	0.58
Y シャツ・ ネクタイ・ 半袖	A	36.95	35.20	33.00	27.80	37.35	35.70	34.50	27.00	37.30	36.60	34.80	28.80	37.40	36.90	35.00	27.60
	B	36.45	36.20	34.50	27.20	36.95	36.60	35.00	27.40	36.95	36.70	35.30	27.60	37.00	36.80	35.60	27.60
	C	37.85	37.00	35.20	27.80	37.95	36.90	35.50	28.00	37.90	37.00	35.50	28.60	37.90	36.90	35.50	28.60
	D	37.60	37.40	34.50	27.40	37.80	37.20	35.10	27.60	37.75	37.30	34.80	28.80	37.75	37.20	34.80	27.00
	\bar{x}	37.21	36.45	34.30	27.55	37.51	36.60	35.03	27.50	37.48	36.90	35.10	28.45	37.51	36.95	35.23	27.70
	S	0.55	0.84	0.80	0.26	0.41	0.56	0.36	0.36	0.38	0.27	0.31	0.50	0.35	0.15	0.33	0.57
Y シャツ・ ネクタイ・ 長袖	A	37.15	34.30	31.00	27.20	37.35	35.70	34.50	27.60	37.30	36.10	34.20	28.00	37.30	36.30	35.00	28.00
	B	36.60	36.30	34.20	27.40	36.85	36.90	36.00	27.20	36.95	37.00	35.80	28.00	37.00	37.00	36.20	28.00
	C	36.75	36.40	34.20	27.20	37.10	36.30	35.50	28.00	37.25	36.10	34.70	27.80	37.25	36.30	35.20	27.80
	D	37.50	37.50	34.60	27.40	37.85	37.80	36.60	27.80	37.80	37.40	35.70	27.60	37.80	37.60	36.10	29.40
	\bar{x}	37.00	36.13	33.50	27.30	37.29	36.68	35.65	27.65	37.33	36.65	35.10	27.85	37.34	36.80	35.63	28.30
	S	0.35	1.15	1.45	0.10	0.37	0.78	0.77	0.30	0.31	0.57	0.67	0.18	0.29	0.54	0.53	0.64

Table.2 HUM: 80% 着装別胸部被服層の温度

		環 境 温 度：30℃								環 境 湿 度：80%							
		暴露室 0分				暴露室 30分				暴露室 60分				暴露室 90分			
		体温	皮膚	被内	被表	体温	皮膚	被内	被表	体温	皮膚	被内	被表	体温	皮膚	被内	被表
開 衿 ・ 半 袖	A	37.00	35.50	34.00	28.40	37.25	36.00	35.00	28.80	37.15	36.10	34.90	28.20	37.25	36.40	35.00	28.40
	B	36.95	36.30	35.80	28.00	37.05	36.20	36.50	27.60	37.15	36.20	36.30	27.20	37.20	36.30	35.20	27.40
	C	37.20	35.90	33.40	28.60	37.50	36.30	34.50	29.00	37.45	36.30	34.70	28.40	37.35	36.30	35.00	28.00
	D	37.45	36.60	34.60	27.60	37.65	36.90	35.80	28.00	37.65	36.90	35.80	29.00	37.50	37.00	35.80	27.60
	\bar{x}	37.15	36.08	34.45	28.15	37.36	36.35	35.45	28.35	37.35	36.38	35.43	28.20	37.33	36.50	35.25	27.85
	S	0.20	0.41	0.89	0.38	0.23	0.34	0.76	0.57	0.21	0.31	0.65	0.65	0.11	0.29	0.33	0.38
開 衿 ・ 長 袖	A	37.00	35.10	33.00	28.40	37.25	36.10	35.00	28.60	37.35	36.50	34.30	29.00	37.38	36.80	34.80	28.60
	B	37.05	36.50	34.00	28.20	37.15	36.80	36.30	29.00	37.05	36.80	34.50	28.40	37.10	36.90	34.80	28.20
	C	37.50	37.10	35.50	29.80	37.65	37.20	35.70	28.60	37.50	37.00	35.70	28.60	37.65	36.90	35.70	27.80
	D	37.45	37.00	35.20	28.00	37.65	37.20	36.20	27.80	37.65	37.10	35.90	28.00	37.60	36.90	35.70	27.60
	\bar{x}	37.25	36.43	34.43	28.60	37.43	36.83	35.80	28.50	37.39	36.85	35.10	28.50	37.43	36.88	35.25	28.05
	S	0.81	0.80	0.10	0.71	0.23	0.45	0.51	0.44	0.22	0.23	0.71	0.36	0.22	0.29	0.33	0.38
Y シ ャ ツ ・ ネ ク タ イ ・ 半 袖	A	37.35	35.90	34.80	29.00	37.60	36.60	35.50	29.00	37.50	36.60	35.50	28.40	37.45	36.70	35.10	28.40
	B	36.80	36.50	34.20	28.40	37.10	36.40	35.20	28.80	37.05	36.40	35.50	28.80	37.10	36.20	35.50	28.00
	C	37.10	36.30	32.90	27.40	37.30	36.80	35.10	27.40	37.55	36.30	35.00	27.40	37.45	36.70	35.00	27.80
	D	37.72	36.60	34.30	27.40	37.85	36.90	35.70	27.60	37.75	36.70	35.70	27.80	37.75	37.10	36.00	28.00
	\bar{x}	37.24	36.33	34.05	28.05	37.46	36.68	35.38	28.20	37.46	36.50	35.43	28.10	37.44	36.68	35.40	28.05
	S	0.34	0.27	0.70	0.68	0.29	0.19	0.24	0.71	0.26	0.16	0.26	0.54	0.23	0.32	0.39	0.22
Y シ ャ ツ ・ ネ ク タ イ ・ 長 袖	A	37.30	35.10	34.50	27.60	37.35	35.50	34.00	27.80	37.35	35.90	34.00	27.40	37.45	36.00	34.50	28.40
	B	36.95	36.10	34.00	27.80	37.15	35.90	34.50	27.40	37.20	36.20	34.00	27.00	37.15	36.10	34.70	27.40
	C	37.25	36.40	33.90	27.60	37.50	36.80	35.50	27.60	37.45	36.20	35.50	28.40	37.45	36.10	35.20	28.00
	D	37.50	37.60	35.10	27.80	37.85	37.60	36.60	28.00	37.75	37.30	36.20	29.40	37.75	37.30	36.10	28.60
	\bar{x}	37.25	36.30	34.38	27.70	37.46	36.45	35.15	27.70	37.44	36.40	34.93	28.05	37.45	36.38	35.13	28.10
	S	0.20	0.89	0.48	0.10	0.26	0.81	1.00	0.22	0.20	0.53	0.96	0.93	0.21	0.54	0.62	0.46

(Table. 1 参照)

- 4) HUM.: 55%, Yシャツにネクタイ・長袖着装時、
胸部の放熱比較

暴露室に入室直後の皮膚温が36.1°Cであったが、30分経過すると、36.7°Cに上昇している。特に体内温が37.0°Cから37.3°Cに30分経過で上昇していることは、被服表面の温度はあまり上昇していないことから考察して、人体の方に影響され、皮膚温ばかりでなく、体内温が上昇したと考察される。被験者Dは、暴露室入室30分で、体内温が37.9°Cに、皮膚温が37.8°Cに上昇している。

(Table. 1 参照)

- 5) HUM.: 80%, 開衿・半袖着装時、胸部の放熱比較

HUM.: 55%の場合、開衿・半袖の同じ被服形態で皮膚温35.8°Cから36.5°Cに上昇したが、HUM.: 80%になると36.1°Cから36.5°Cに上昇する。すなわち、最初から皮膚温が高い。

被服内温度は34.5°Cから暴露室入室30分で35.5°Cに上昇する。HUM.: 55%の場合と比較すると、その温度差は暴露室入室直後で1.8°C高いということになる。

被服表面温度は、環境湿度による差はない。(Table. 2 参照)

- 6) HUM.: 80%, 開衿・長袖着装時、胸部の放熱比較

暴露室に入室して90分経過すると、体内温は4人の被験者の平均37.4°Cであり、皮膚温は36.9°Cに上昇する。

被服表面温度も28.1°Cであり、開衿・半袖の場合は27.9°Cであるから、HUM.: 80%の場合、暴露室に入室して90分経過すると殆んど接近してくる。人体の方におよぼす影響が強い傾向にあると考察される。(Table. 2 参照)

- 7) HUM.: 80%, Yシャツにネクタイ・半袖着装時、
胸部の放熱比較

暴露室に入室して90分経過すると、体内温は4人の被験者の平均値で37.4°Cに、皮膚温は36.7°Cに上昇する。皮膚温は、開衿・長袖の場合より発汗によって数値が低い¹⁾²⁾。

被服表面温度は、暴露室入室90分で28.1°Cであるから、環境湿度が高くなると、放熱されずに中に籠ってくる状態が考察される。(Table. 2 参照)

- 8) HUM.: 80%, Yシャツにネクタイ・長袖着装時、
胸部の放熱比較

暴露室に入室して90分経過すると、体内温は4人の被験者の平均値で37.5°Cに、皮膚温は36.4°Cに上昇してい

る。Yシャツにネクタイ着装時、長袖は半袖の場合より更に皮膚は発汗によって温度が低く出ている。

被服の表面温度は暴露室入室90分で28.1°Cであるから、環境湿度の高さと相関して、放熱されずに、被服内に湿度が高く籠って、体内温は上昇し、人体に影響をおよぼしてくるものと考察される。(Table. 2 参照)

Ⅳ 要 約

1 前額、咽喉、胸部、上腕の表面温度について

1) 前額は、被服形態による差はあまりみられない。環境湿度80%の場合の方が55%の場合より僅かではあるが温度は高い。

2) 咽喉は、環境湿度による差はあまりなく、被服形態では、開衿着用の場合が高い。上向開口から放熱されているためと考察される。

3) 胸部は、布地の上からであるので全体的に低い温度となる。Yシャツにネクタイ着用が開衿より低い。外気と、被服内温度が遮断されていることがわかる。

4) 上腕は、布地の上の部分であるが、半袖と長袖の差が有意に出ている。即ち、半袖着用の場合、長袖より高いことは、袖からの放熱のためと考察される。

2 胸部における被服層断面にみる放熱について

1) 環境相対湿度(55%と80%)による胸部の効熱比較

体内温、皮膚温、被服内温度はHUM.: 55%の場合より80%の場合の方が高いが、被服表面温度には、方則性をもつ変化はみられない。

2) 衿の形態(開衿・Yシャツにネクタイ着用)による胸部の放熱比較

HUM.: 55%の場合、同じ環境内にあっては、皮膚温および被服内温度は、Yシャツにネクタイ着装と比較して、開衿は低い、被服表面温度は開衿が高い、このことは、放熱がよいと推察される。

HUM.: 80%の場合は、発汗を伴うので、温度上での比較は困難である。

3) 袖の形態(半袖・長袖)による胸部の放熱比較

半袖を着用した時の方が、長袖を着用した時より僅か胸部の表面温度が高くなる。水平開口の放熱効果は、胸部の放熱にも影響があると推察される。

本研究に当たり、ご指導下さいました労働科学研究所三浦豊彦博士・同肝付邦憲先生に感謝申し上げますと共に、験者、被験者として協力された芝浦工業大学学生椿守弘

・成田薫，東京家政大学学生古出由美子・蓮見菜穂美・堀知子・前山悦子氏に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 中里喜子：家政大学研究紀要，22(2)，153～162 (1982)
 - 2) 中里喜子：家政大学研究紀要，22(2)，163～175 (1982)
 - 3) 山下辰雄：衣服誌，10，1 (1966)
 - 4) 牛草貞雄：日衛誌，21，54 (1966)
 - 5) 森瀬貞，石橋葉子，加賀野美子：家政誌，24，209 (1973)
 - 6) 永田久紀，門脇一郎，山本弘：衣服誌，2，12， (1958)
 - 7) 永田久紀：衣服誌，14，1 (1970)
-