

**PHENYLTHIOUREA TASTE TESTING  
IN HIROSHIMA SUBJECTS WITH THYROID DISEASE**

広島における甲状腺疾患患者のフェニルチオ尿素味覚検査

Dorothy R. Hollingsworth, M.D.



**THE ABCC TECHNICAL REPORT SERIES**  
**A B C C 業績報告集**

The ABCC Technical Reports provide a focal reference for the work of the Atomic Bomb Casualty Commission. They provide the authorized bilingual statements required to meet the needs of both Japanese and American components of the staff, consultants, advisory councils, and affiliated governmental and private organizations. The reports are designed to facilitate discussion of work in progress preparatory to publication, to record the results of studies of limited interest unsuitable for publication, to furnish data of general reference value, and to register the finished work of the Commission. As they are not for bibliographic reference, copies of Technical Reports are numbered and distribution is limited to the staff of the Commission and to allied scientific groups.

この業績報告書は、ABCCの今後の活動に対して重点的の参考資料を提供しようとするものであって、ABCC職員・顧問・協議会・政府及び民間の関係諸団体等の要求に応ずるための記録である。これは、実施中で未発表の研究の検討に役立たせ、学問的に興味が限定せられていて発表に適しない研究の成果を収録し、或は広く参考になるような資料を提供し、又ABCCにおいて完成せられた業績を記録するために計画されたものである。論文は文献としての引用を目的とするものではないから、この業績報告書各冊には一連番号を付してABCC職員及び関係方面にのみ配布する。

**PHENYLTHIOUREA TASTE TESTING  
IN HIROSHIMA SUBJECTS WITH THYROID DISEASE**

広島における甲状腺疾患患者のフェニルチオ尿素味覚検査

Dorothy R. Hollingsworth, M.D.

From the Department of Medicine

臨床部



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION  
Hiroshima - Nagasaki, Japan

A Research Agency of the  
U. S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL  
under a grant from  
U. S. ATOMIC ENERGY COMMISSION

administered in cooperation with the  
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH & WELFARE

原爆傷害調査委員会

広島 - 長崎

厚生省国立予防衛生研究所

と共同運営される

米国学士院 - 学術会議の在日調査研究機関

(米国原子力委員会研究費に依る)

PHENYLTHIOUREA TASTE TESTING  
IN HIROSHIMA SUBJECTS WITH THYROID DISEASE

広島市滞在中にPTC検査(フェニルチオ尿素検査)甲状腺調査に加えて実施すべきであるとの勧告をして頂き、かつ味覚検査用試験紙を提供されたメリーランド州ベセスダ市のNational Institutes of HealthのDr. Robert Kroothに謝意を表す。

ACKNOWLEDGMENTS  
感謝の言葉

The author wishes to thank Dr. Robert Krooth, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, for suggesting during his Hiroshima visit that the PTC taste test be added to the thyroid study and for supplying the taste test papers.

The Department of Statistics of the Atomic Bomb Casualty Commission provided the statistical analysis.

広島市滞在中にPTC検査(フェニルチオ尿素検査)甲状腺調査に加えて実施すべきであるとの勧告をして頂き、かつ味覚検査用試験紙を提供されたメリーランド州ベセスダ市のNational Institutes of HealthのDr. Robert Kroothに謝意を表す。

尚、統計的解析はABCC統計部で行なわれた。

TABLE OF CONTENTS  
目次

	<i>Page</i>
LIST OF TABLES AND FIGURES 插入圖表一覽表	i
INTRODUCTION 緒言	1
METHODS 方法	2
RESULTS 結果	4
DISCUSSION 考按	4
CONCLUSION 結論	7
REFERENCES 參考文獻	8

LIST OF TABLES  
挿入表一覧表

	<i>Page</i>
1. PTC taste test Hiroshima, percentage female nontasters by thyroid diagnosis 広島におけるPTC味覚検査, 甲状腺腫診断による女性の陰性味覚者の百分率分布	5
2. PTC taste test Hiroshima, number of tasters and nontasters by thyroid diagnosis and sex 広島におけるPTC味覚検査, 甲状腺腫診断別, 性別, 陽性および陰性味覚者数	5
3. Results of taste tests among Japanese subjects by Fukuoka and Rikimaru 福岡および力丸による日本人対象者の味覚検査結果	5



# PHENYLTHIOUREA TASTE TESTING IN HIROSHIMA SUBJECTS WITH THYROID DISEASE

広島における甲状腺疾患患者のフェニルチオ尿素味覚検査

## INTRODUCTION

Phenylthiourea (PTC)\* tastes extremely bitter to some people but not to others. This observation was first noted by Fox<sup>1</sup> in 1931 when he inadvertently scattered some of the dust in the air and another laboratory worker complained of the bitter taste. Fox was unable to taste the material even when crystals were placed on his tongue. This chance discovery has led to the taste testing of many individuals and races. The taste response is bimodal and approximately 30 per cent of white Americans and Europeans are non tasters. Orientals, Negroes, and American Indians<sup>2-6</sup> have been reported to have a smaller number of nontasters in their populations. The ability to appreciate the bitterness of PTC decreases slightly with age; females detect slightly higher dilutions of the substance than males.<sup>7</sup>

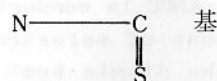
The inability to taste phenylthiourea is inherited as a Mendelian recessive character (genotype *tt*) whereas the ability to taste the substance is dominant (genotype *TT*, *Tt*).<sup>8-10</sup> Harris and Kalmus have pointed out<sup>7,11</sup> that PTC tasters and nontasters show the same differential taste response to other substances containing the grouping:



## 緒言

フェニルチオ尿素(PTC)\*の味は、ある人には極めて苦く感じ、また苦さを感じない人もある。このことは1931年にFox<sup>1</sup>によって初めて認められたものである。彼は不注意でPTC粉末を空中に飛散させたところ、他の研究員が苦味を訴えたことによってこの現象を発見した。FoxはPTC結晶を舌の上においても、味を感じることができなかった。この偶然な発見が、多くの人や人種について味覚検査を行なう発端となった。味覚反応には2つの型があって、白人米国人および欧州人の約30%は苦味を感じない。東洋人、黒人およびアメリカ・インディアンでは、苦味を感じない人の割合が少ないといわれている。<sup>2-6</sup> PTCの苦味を感じる能力は年齢と共に僅かに減退する。女性は男性よりも僅かに希釈度の高いものにおいても苦味を感じる。<sup>7</sup>

PTCの苦味を感じる能力の異常は、メンデル劣性形質(遺伝子型 *tt*)として遺伝されるのに対し、それを感じる能力は優性形質(遺伝子型 *TT*, *Tt*)として遺伝される。<sup>8-10</sup> Harris及びKalmus<sup>7,11</sup>は、PTCの苦味を感じる人と感じない人は



を含有する他の物質に対しても同じような味覚反応の相違を示すことを指摘した。

\*Formerly known as phenylthiocarbamide.

従来はフェニルチオカルバミドとして知られている。

Many of these compounds are known goitrogens that act by blocking the intrathyroidal synthesis of thyroxine. For this reason several groups of investigators have been taste testing patients with thyroid disorders.

A preliminary report revealed a somewhat higher frequency of nontasters among patients with nodular goiter than among controls.<sup>12</sup> Kitchin *et al*<sup>13</sup> using the eight glass taste tasting technique of Harris and Kalmus<sup>7</sup> found a significantly increased frequency of nontasters in 246 cases of adenomatous goiter. This finding was proportionately greater in men than in women. In contrast, an excess of tasters was found in patients with toxic diffuse goiter, but without sex difference. Two groups of cretins have been studied<sup>14,15</sup> and both have shown a higher frequency of nontasters for PTC.

Patients with thyroid disease were studied<sup>16</sup> in 1958-59 as part of the continuing epidemiologic program of the Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC) in Hiroshima. As a part of the survey for thyroid disease it was felt worthwhile to add a PTC screening test to the medical examination to determine the ratio of nontasters to tasters. This was thought to be an especially interesting group of patients for examination since it had been previously reported that only about 7 per cent of Japanese were nontasters<sup>6</sup> as compared with 30 per cent nontasters in European and American white populations.

## METHODS

In Hiroshima, ABCC is conducting systematic examinations of selected groups of survivors of the atomic bomb detonation of August 6, 1945 and suitable control groups. In addition, the medical clinic physicians at ABCC examine patients who are referred to them by physicians in the surrounding area.

これらの化合物の多くは、既知の抗甲状腺物質であってチロキシンの甲状腺内合成を妨げる作用がある。この理由に基づいて、色々の研究者が甲状腺障害患者の味覚検査を行ってきた。

予備的報告で、苦味を感じない者の率が対照者におけるよりも結節性甲状腺腫患者において若干高いことが明らかにされた。<sup>12</sup> Kitchin 等<sup>13</sup> は Harris および Kalmus<sup>7</sup> が採用した8個のコップによる味覚検査法を用いて、腺腫性甲状腺腫 246例で苦味を感じない者の率が有意に増加していたことを認めた。この所見は、女性よりも男性において比例的に大きかった。これとは対照的に、中毒性瀰漫性甲状腺腫患者では苦味を感じる者を多く認めたが、性別の差はなかった。2群のクレチン病患者を検査したが、<sup>14,15</sup> 両群ともPTCの苦味を感じない者の率が高いことを示した。

広島原爆傷害調査委員会(ABCC)は継続的疫学的研究計画の一部として、1958-59年に甲状腺疾患を調べた。<sup>16</sup> 甲状腺疾患調査の一部として、医学的検査にPTCによる味覚検査を加えて、苦味を感じる者と感じない者との比率を確かめることは価値があると考えられた。白人欧米人では苦味を感じない人が約30%であるのに比較して、日本人では僅か7%であると報ぜられていたため、この調査群についてこの検査を実施することは特に興味深いと考えられた。

## 方 法

広島におけるABCCは1945年8月6日の原子爆弾の被爆生存者の中から選択された群と適当な対照群に対して系統的診察を行なっている。それに加えるに、ABCC臨床部は地元の医師の紹介者をも診察する。



All patients who were examined in the ABCC medical clinic and found to have thyroid disease in the period from July 1, 1958 to November 2, 1959 were requested to have a PTC taste test. A control group without thyroid disease, but matched for age, sex, and radiation exposure, was also taste tested. A 1:1 ratio was not achieved, but the control group was considered large enough to make valid statistical comparisons.

During the period of study 222 patients with thyroid disease were examined. The group included 201 females and only 21 males. Of this number, 14 males and 175 females cooperated in the taste test. In the control group 12 males and 151 females were tested.

The test was performed with a standard square of paper impregnated with a 0.13 per cent solution of PTC. The paper is prepared commercially and was obtained through the courtesy of Robert S. Krooth, M.D.

There were several reasons for selecting the PTC paper as a screening test. This method had been employed in obtaining the frequency of taste blindness in the Japanese by Fukuoka.<sup>6</sup> In addition, it was necessary to choose a procedure that could be done easily and quickly on a large number of patients who were already undergoing extensive medical examinations.

Each subject was requested to chew the impregnated paper, moving it about inside his mouth until a definite taste was experienced. The subject was then asked to report the taste. A positive response was recorded when the subject stated that the taste was bitter. The bitter taste sensation was quite definite and usually immediate. In an occasional subject the bitter taste was appreciated after ten to twenty seconds of chewing. The division between tasters and nontasters was clear cut and those who tasted nothing were recorded as nontasters. Very rarely a subject would report a slightly salty or sweet taste and was recorded as nontaster.

1958年7月1日から1959年11月2日までに、ABCC臨床部で診察を受け甲状腺疾患があると診断された患者すべてに、PTC味覚検査を受けることを要請した。甲状腺疾患がなく、年齢、性および被爆状態について対応した対照群についても味覚検査を行なった。甲状腺疾患を有する群と対照群との比率は1:1ではなかったが、対照群は有効な統計学的比較を行なうに十分な大きさであると考えられた。

調査期間中に甲状腺疾患患者222名が診察を受けた。201名が女性で、男性は僅か21名であった。この中、男性14名と女性175名が味覚検査に協力した。対照群では、男性12名と女性151名が検査を受けた。

検査はPTC 0.13%溶液を浸透させた標準の正方形試験紙で実施した。この試験紙は商品として製造されたもので、メリーランド州ベセスダのRobert S. Krooth, M.D.の好意によって入手した。

篩別検査としてPTC試験紙を選んだのには2, 3の理由があった。まずこの方法は、日本人における味盲の頻度を調べるために過去において福岡<sup>6</sup>によって用いられたことがある。さらに広範囲な医学的診察を受けられる多数の患者に対して、容易にかつ迅速に行ない得る方式を選ぶ必要があったことである。

各対象者に明確な味を感じるまでこの試験紙を口中で動かしながらかませてその味を告げさせた。苦いと述べた場合には、陽性反応と記録した。苦味の味覚ははっきりしたものであり、通常即座に感じられた。時には、10ないし20秒間かんでから苦味を感じる患者があった。苦味を感じる者と感じない者との差異は明瞭で、何の味も感じなかった人は苦味を感じない者として記録した。極くまれには、味が僅かに塩辛いとか甘いと報告する者があったが、これは苦味を感じない人として記録した。

## RESULTS

PTC taste tests were conducted for a total of 26 males and 326 females in the ABCC medical clinic. There was no difference in a negative taste response by sex.

	SUBJECTS 対象者	NONTASTERS 陰性味覚者	%
MALE 男	26	6	23
FEMALE 女	326	67	21
TOTAL 計	352	73	21

When female patients with thyroid disease were compared with the controls, the values were quite close and well within usual chance variation:

		SUBJECTS 対象者	NONTASTERS 陰性味覚者	%
WITHOUT THYROID DISEASE	甲状腺疾患のない者	151	30	20
WITH THYROID DISEASE	甲状腺疾患のある者	175	37	21

Comparison by age and ABO blood groupings showed no relationship to taste response.

Females were considered separately by certain major diagnostic categories, with results as shown in Table 1.

Table 2 illustrates the distribution of male and female subjects with thyroid disease by specific diagnosis and response to taste testing.

## DISCUSSION

In evaluating the results of the PTC taste response in patients with thyroid disease in Hiroshima, the original observations of Fukuoka on taste blindness in the Japanese<sup>6</sup> were reviewed. It has been stated that only 7.12 per cent of the Japanese are nontasters by the thiourea impregnated paper method.<sup>5</sup> However, in going back to Fukuoka's original article, the data were presented as shown in Table 3.

## 結果

PTCによる味覚検査をABCC臨床部で男性26名、女性326名について実施した。陰性味覚反応には性別の差はなかった。

甲状腺疾患のある女性患者と対照者との比較では、両者の値が近似しており、十分に通常の偶然変動の範囲内であった。

年齢およびABO血液型による比較では、味覚反応との関連性を認めなかった。

女性についてはある特定の主要診断分類によって別個に考慮し、その結果は表1に示す。

表2は、明確な診断および味覚検査反応別の男性および女性患者分布を示すものである。

## 考 按

広島甲状腺疾患患者に対して行なったPTCによる味覚検査の結果を評価するに当たって、日本人における味盲に関する福岡<sup>6</sup>の最初の観察を検討した。過去において日本人の僅か7.12%が、チオウレア浸透試験紙法によって味を感じなかったと述べた報告があるが、<sup>5</sup> 福岡の最初の報告では、表3に示すような結果がある。

TABLE 1 PTC TASTE TEST HIROSHIMA, PERCENTAGE FEMALE NONTASTERS BY THYROID DIAGNOSIS

表 1 広島におけるPTC味覚検査, 甲状腺腫診断による女性の陰性味覚者の百分率分布

DIAGNOSIS 診断	SUBJECTS 対象者	NONTASTERS 陰性味覚者	%
SIMPLE NONTOXIC GOITER 単純非中毒性甲状腺腫	79	20	25
NODULAR NONTOXIC GOITER 結節性非中毒性 甲状腺腫	52	10	19
TOXIC GOITER 中毒性甲状腺腫	24	4	17
CONTROLS 対照者	151	30	20

TABLE 2 PTC TASTE TEST HIROSHIMA, NUMBER OF TASTERS AND NONTASTERS BY THYROID DIAGNOSIS AND SEX

表 2 広島におけるPTC味覚検査, 甲状腺腫診断別, 性別, 陽性および陰性味覚者数

DIAGNOSIS 診断	TASTER 陽性味覚者		NONTASTER 陰性味覚者		NO TEST 非被検者		TOTAL 計	
	MALE 男	FEMALE 女	MALE 男	FEMALE 女	MALE 男	FEMALE 女	MALE 男	FEMALE 女
CONTROL 対照者	8	121	4	30	-	2	12	153
SIMPLE NONTOXIC GOITER 単純非中毒性甲状腺腫	5	59	1	20	3	12	9	91
NODULAR NONTOXIC GOITER 結節性非中毒性甲状腺腫	1	42	1	10	1	9	3	61
TOXIC GOITER 中毒性甲状腺腫	3	20	-	4	1	4	4	28
CARCINOMA 癌	1	9	-	-	1	-	2	9
UNDIAGNOSED TUMOR 診断不確定腫瘍	1	-	-	-	-	-	1	-
HYPOTHYROIDISM 甲状腺機能減退症	-	2	-	2	1	-	1	4
THYROIDITIS 甲状腺炎	1	6	-	1	-	1	1	8
TOTAL 計	20	259	6	67	7	28	33	354

TABLE 3 RESULTS OF TASTE TESTS AMONG JAPANESE SUBJECTS BY FUKUOKA AND RIKIMARU

表 3 福岡および力丸による日本人対象者の味覚検査結果

SOURCE 出所	SEX 性別	SUBJECTS 対象者数	MEAN AND STANDARD DEVIATION 平均および標準偏差		
			TASTELESS 味を感じない者	BITTER 苦味を感じる者	OTHER その他
FUKUOKA IN 1936 福岡 1936	MALE 男	451	8.1 ± 1.6	81.7 ± 3.0	30.5 ± 2.8
	FEMALE 女	470	10.0 ± 1.7	67.2 ± 2.7	23.1 ± 2.4
RIKIMARU IN 1934 力丸 1934	BOTH 両性	8824	14.32 ± 0.25	82.90 ± 0.27	2.78 ± 0.12

In the testing done by Fukuoka there were 12 taste responses recorded varying from tasteless, very bitter, bitter, very sweet, sweet, very sour, sour, very salty, salty, very astringent and astringent to indescribable. Although it is true that 8.1 per cent of the subjects regarded the test material as 'tasteless', only 64.5 per cent were definitely positive tasters noting a distinctly bitter or very bitter taste. Rikimaru<sup>17-19</sup> in a less detailed classification found 82.9 per cent bitter tasters and 17.1 per cent nontasters and other responses. This agrees very well with the present study in which 20 per cent nontasters were found among the subjects without thyroid disease. Rikimaru and the present report considered those subjects who could appreciate thiourea as a bitter substance as tasters and those who could not or who had other taste sensations as nontasters. On the basis of these observations, there may not be as great a difference in PTC taste response in Japanese and Western populations as has been previously assumed. In the Hiroshima subjects this study did not confirm the findings of Harris, Kalmus, and Trotter<sup>12</sup> showing a somewhat higher frequency of nontasters among patients with nodular goiter.

Kitchin *et al*<sup>13</sup> in an extensive study of 447 patients with thyroid disease found about twice as many nontasters among the males with multinodular thyroid glands. Unfortunately, during the investigation reported here only three male patients with nodular goiters were seen and no statistical conclusions could be drawn. In the Japanese females with nodular nontoxic goiters, there was no significant difference in taste testing as compared with the controls.

Kitchin *et al*<sup>13</sup> noted that in 133 patients with toxic diffuse goiter, there were only 22 nontasters (16.6 per cent) and no sex difference was apparent. The present study also found a slightly lower percentage of nontasters (17.0 per cent in a group of 24 females), but the number of patients is small and the

福岡の行なった検査では、12種類の味覚反応が記録されており、無味、非常に苦い、苦い、非常に甘い、甘い、非常に酸い、酸い、非常に塩辛い、塩辛い、強い収斂味がする、収斂味がする、名称しがたい味がするに分れていた。対象者の8.1%が試験紙の味を‘無味’としたことは事実であるが、64.5%のみが明らかな苦味または非常に強い苦味を認め、明確な陽性反応を示した。力丸<sup>17-19</sup>による分類はこのような詳細なものではなかったが、苦味を感じる者82.9%、味を感じない者または他の味を感じた者17.1%を認めた。これは、甲状腺疾患のない対象者中苦味を感じない者20%を認めた本調査の成績と非常によく一致する。力丸および本報告では、チオウレアを苦味の物質と感じた人を苦味を感じる者、感じない人または他の味を感じた人を苦味を感じない者として取扱った。これらの観察によれば、日本人と西欧人との間におけるPTC味覚反応に、以前に考えられていた程大きい差がないかも知れない。本調査における広島の対象者では、結節性甲状腺腫患者において苦味を感じない者の率が若干高いというHarris Kalmus および Trotter<sup>12</sup>の所見は確認し得なかった。

Kitchin 等<sup>13</sup>は、甲状腺疾患患者 447名についての広範囲な調査で、多発性結節性甲状腺のある男性の中では苦味を感じない者が約2倍あったことを認めた。不幸にして、本報告に述べる調査では結節性甲状腺腫男性患者3名の診察を行なったのみで、統計的結論を導くことができなかった。結節性非中毒性甲状腺腫のある日本人女性では、対照者と比較した場合に、味覚検査で有意な差を認めなかった。

Kitchin 等<sup>13</sup>は、中毒性瀰漫性甲状腺腫患者133名中味を感じない者は僅か22名(16.6%)であり、性別の差は認められなかった。本調査でも味を感じない人の比率が僅かに低いことを認めた(24名の女性群中17.0%)が、患者数は少なく、その結



result is not significantly different from the number of nontasters in the other diagnostic categories.

The number of patients with rarer forms of thyroid disease was very small in this sample and no statistical evaluation was attempted. It is of interest, however, that all ten patients with carcinoma of the thyroid were PTC tasters. No data could be found elsewhere in the literature on taste testing related to carcinoma of the thyroid.

## CONCLUSION

PTC taste tests with paper impregnated with thiourea were performed for a group of 189 patients with thyroid disease and 163 controls in the ABCC medical clinic in Hiroshima.

Twenty-one per cent of the entire group were found to be nontasters and no differences were noted in relation to age, sex, or blood grouping.

Patients with all varieties of thyroid disease were no different from the controls when compared as a group. When female patients were considered by diagnostic category, there were slightly more nontasters (25 per cent) in the patients with simple nontoxic goiter and slightly fewer nontasters in the group with toxic goiter (17 per cent). The differences were not significant, however. The number of male patients was too small for statistical study.

Taste testing by this method revealed that 20 per cent of a control group of Japanese were nontasters for PTC. This compares favorably with the original study of 8824 Japanese by Rikimaru (1934) in which he found 17.1 per cent negative PTC tasters.

果は他の診断別分類における味を感じない人の数との間に有意な差はなかった。

本調査の標本にはまれな種類の甲状腺疾患患者の数は非常に少なく、統計的評価は認めなかった。しかしながら、甲状腺癌患者10名はいずれもPTCの苦味を感じたということは興味あることである。甲状腺癌と味覚検査に関係ある資料を他の文献で発見することができなかった。

## 結 論

広島ABCC臨床部で、チオウレア浸透試験紙によるPTC味覚検査を、189名の甲状腺疾患患者群と163名の対照群に対して実施した。

全群の21%が味を感じない者であると認められ、年齢、性別および血液型による差を認めなかった。

各種の甲状腺疾患患者を1つの群として対照群と比較した場合は、差は認められなかった。女性患者を診断別分類によって考案した場合には、単純非中毒性甲状腺腫患者では味を感じない者の数が僅かに多く(25%)、中毒性甲状腺腫患者ではその数が僅かに少なかった(17%)。しかしながら差は有意ではなかった。男性患者数は、統計学的研究を行なうには余りにも例数が少なかった。

本法による味覚検査で、日本人対照群の約20%がPTCの苦味を感じなかったことが判明した。この結果は、力丸が1934年に8824人の日本人について行なった最初の調査で、PTCの苦味を感じなかった人が17.1%であると認めたのと比較してかなりよく一致する。



## REFERENCES

### 参考文献

1. Fox AL: The relationship between chemical constitution and taste. *Proc Nat Acad Sci USA* 18:115-20, 1932.  
(化学構造と味覚との関係について)
2. Levine P, Anderson AS: Observations on taste blindness. *Science* 75:497-8, 1932.  
(味盲についての観察)
3. Parr LW: Taste blindness and race. *J Hered* 25:187-90, 1934.  
(味盲と人種)
4. Lee BF: A genetic analysis of taste deficiency in the American Negro. *Science* 34:337-42, 1934.  
(米国黒人における味覚異常の遺伝学的解析)
5. Saldanha PH: Taste thresholds for phenylthiourea among Japanese. *Ann Hum Genet* 22:380-4, 1958.  
(日本人におけるフェニルチオ尿素味覚閾値)
6. Fukuoka G: Frequency of taste blindness among the Japanese and related races. *Eugenical News* 21:52-4, 1936.  
(日本人および黄色人種における味盲の頻度)
7. Harris H, Kalmus H: The measurement of taste sensitivity to phenylthiourea, (PTC). *Ann Eugen* 15:24-31, 1949.  
(フェニルチオ尿素(PTC)に対する味覚感度の測定)
8. Snyder LH: Inherited taste deficiency. *Science* 74:151-2, 1931.  
(遺伝性味覚欠損)
9. Snyder LH: Studies in human inheritance 9. The inheritance of taste deficiency in man. *Ohio J Sci* 32:436-40, 1932.  
(人類遺伝の研究9. 人間における味覚異常の遺伝)
10. Blakeslee AF: Genetics of sensory thresholds: Taste for phenylthiocarbamide. *Proc Nat Acad Sci USA* 18:120-30, 1932.  
(遺伝学における感覚閾値: フェニルチオカルバミドに対する味覚)
11. Harris H, Kalmus H: Chemical specificity in genetical differences of taste sensitivity. *Ann Eugen* 15:32-45, 1949.  
(味覚感度の遺伝学的差における化学的特異性)
12. Harris H, Kalmus H, Trotter WR: Taste sensitivity to phenylthiourea in goitre and diabetes. *Lancet* 2:1038-9, 1949.  
(甲状腺腫および糖尿病におけるフェニルチオ尿素に対する味覚感度)
13. Kitchin FD, Howel-Evans W *et al*: PTC taste response and thyroid disease. *Brit Med J* 1:1069-74, 1959.  
(PTCの味覚反応と甲状腺疾患)
14. Shepard TH, Gartler SM: Increased incidence of nontasters of phenylthiocarbamide among congenital athyreotic cretins. *Science* 131:929, 1960.  
(先天性無甲状腺性クレチン病患者におけるフェニルチオカルバミドの味を感じない人の出現率の増加)
15. Fraser GR: Cretinism and taste sensitivity to phenylthiocarbamide. *Lancet* 1:964-5, 1961.  
(クレチン病とフェニルチオカルバミドに対する味覚感度)
16. Hollingsworth DR, Hamilton HB *et al*: Thyroid disease Adult Health Study Hiroshima. 1958-59. *ABCC TR* 04-62.  
(ABCC成人健康調査における甲状腺疾患)
17. 力丸慈圓, 福岡により引用: 味盲の研究 1. 日本人と台湾人における発現率および人種, 年齢, 性別相異, 心理学研究 9: 11-12, 1934  
(Rikimaru J, cited by Fukuoka: A study of "Taste Blindness" 1. The incidences among Japanese and Formosans, and divergence in races, age, and sex. *Shinrigaku Kenkyu-Jap J Psychol*)

18. 力丸慈圓, 福岡により引用: 同一刺激化合物を使用する味覚反応検査における個人的および人種的相異の研究, 心理学研究 9: 59-61, 1934  
(Rikimaru J, cited by Fukuoka: A study of the individual and racial differences in taste reaction using the same stimulus compound. Shinrigaku Kenkyu-Jap J Psychol)
19. Rikimaru J, cited by Fukuoka: A study of taste blindness. Proc Jap Acad 10: 526-31, 1934.  
(味盲の研究)