

## 23.

## 味 覺 ニ 關 ス ル 實 験 的 研 究

(第 2 報)

## 電 氣 味 覺 ニ 關 ス ル 研 究

岡山醫科大學生理學教室 (主任生沼教授)

龜 井 俊 夫

[昭和 10 年 7 月 24 日受稿]

*Aus dem Physiologischen Institut der Okayama Med. Fakultät**(Vorstand: Prof. Dr. S. Oinuma).***Experimentelle Untersuchung über den Geschmack.****(2. Mitteilung.)****Untersuchungen über den elektrischen Geschmack.**

Von

Tosio Kamei.

Eingegangen am 24. Juli 1935.

Verfasser stellte Studien über den elektrischen Geschmack an. Die Versuchsergebnisse sind folgende:

1) Der elektrische Geschmack wird hervorgerufen teils durch die direkte Reizung des Geschmacksorganes, teils durch die indirekte Reizung des Gesch-

macksendapparates durch die elektrolytischen Produkte.

2) Der Gegengeschmack wird durch die direkte Reizung der Geschmacksnerven an der Zungenbasis und anderen Partien von dem reizenden Strom hervorgerufen. (*Autoreferat.*)

## 内容目次

### 第1章 緒論

### 第2章 実験方法及ビ成績

#### 第1節 直流ニヨル刺戟

##### 第1項 個々ノ乳頭ノ刺戟

1. 鉛筆ノ「シン」ヲ刺戟電極トシタ時
2. 亜鉛-硫酸亜鉛-毛筆電極

##### 第2項 廣キ範圍ノ刺戟

1. 銀線電極ニヨルモノ
2. 亜鉛-硫酸亜鉛電極ニヨルモノ
3. 亜鉛-硫酸亜鉛-粘土電極
4. 金屬電極ヲ用ヒタル時
5. 「オイヒニン」,  $KCl$ ,  $MgSO_4$  等ノ溶液ニ半透膜ヲ隔テテ電流ヲ通ジタル場合
6. 食鹽溶液ニ「ゼラチン」ヲ通シテ電流ヲ通ゼシ場合
7. 「味ノ素」ノ溶液ニ電流ヲ通ゼシ場合
8. 所謂 Gegengeschmack ニ就テ
9. 「コカイン」麻酔ノ場合

#### 第2節 交流ニヨル刺戟

##### 第1項 個々ノ乳頭ノ刺戟

##### 第2項 稍々廣キ範圍ノ刺戟

### 第3章 總括並ニ考按

### 第4章 結論

#### 文獻

## 第1章 緒論

平流電氣ガ舌ニ或種ノ味覺ヲ起ス事ガ Sulzer<sup>1)</sup>(1752)ニヨリ唱ヘラレテ以來、コノ問題ニ關シ Volta, Ritter, Rosenthal, Hermann, Laserstein, Vintschgau, Öhrwall, Shore, Hoffmann, Bunzel, Zwaardemaker, Brühl, Nagel, Sternberg 等多クノ人ニヨリ研究サレタ結果、舌ヲ刺戟スル電極ヲ陽極ト

シタ時ハ酸味ヲ主トシ、加之苦味、鹹味、甘味モ含マレ、舌ニ置イタ電極ヲ陰極トスル時ハ所謂「アルカリ」性ノ味ヲ主トシ、之ニモ4種ノ味、即チ甘味、酸味、苦味、鹹味が混ジテキルラシイ事が知ラレタ。又 Goldscheider 及ビ Schmidt<sup>2)</sup>(1890)ハ陰極部ニ於テ起ル味ハ苦味及ビ鹹味ニ皮膚知覺興奮ノ加ツタモノナリト云ヒ、Öhrwall<sup>3)</sup>(1891)ハ陽極部デ起ル味モ陰極部デ起ル味モ共ニ Gefühls-sensation ト1ツ或ハ數箇ノ普通ノ味(甘、酸、鹹、苦)ノ加ツタモノナリト言ツタ。要スルニ舌ヲ陽極トシタ時ハ、主トシテ所謂酸様味覺(säuerliche Geschmack)ガアリ舌ヲ陰極トシタ時ハ主トシテ所謂「アルカリ」性ノ味ガアル。而シテ舌上面中央ノ味ヲ感ゼヌ部ニハ電氣の味覺モ起ラナイ。又 Hermann<sup>4)</sup>ハ舌縁ノ不感味部ニ陰極ヲ置イタ時、saure Gegengeschmack ノ起ツタ事ヲ報ジテキル。陰極部ノ味ハ常ニ陽極部ノ味ヨリ弱クシテ、其ノ味覺ハ電流ヲ切ツタ時ニ最モ強シ。陽極部ニ於ケル酸味ハ Hermann<sup>5)</sup>ニ依レバ電流ヲ通ジタ初メハ少シ強クナルト云フ。電氣的味覺ハ人々ニヨリ、又同一人デモ時ニヨリ一定セズ、又陽極部ニ於ケル味ハ陰極部ニ於ケル味ヨリ常ニ強ク、前者ノ味覺刺戟關ハ Laserstein<sup>6)</sup>ニ依レバ不分極導子ヲ用ヒタル際 1/156 M. A. ナリ。Rosenthal<sup>7)</sup>ハ2人ノ者ニ互ニ舌ヲフレサセ、各々片手ニ電極ヲ持タセ電流ヲ通ジタルニ陽極ヲ手ニ持チタル者ニハ「アルカリ」性味ヲ、陰極ヲ持チタル者ハ酸味ヲ覺エ、電流ノ方向ヲ逆ニスレバ其ノ味モ反對ニナツタ。又舌ヲ陽極ニシテ電流ヲ通ジ酸味ヲ感ズル部ニ青「ラクムス」紙ヲ置イテモ

赤變セヌ事ヲ見タ。Zeynek<sup>8)</sup>ニ依レバ電氣的味覺ハ電動力ニ比例スルト云フ。Lasenstein<sup>9)</sup>ハ舌ニ「コカイン」ヲ塗布シ甘味、鹹味、苦味ナクナリ酸味ノミ僅ニ残リタル時ニ電氣的味覺モ之ニ相當シテ僅ニ酸味ヲ感ジタ。但シ電力ヲ遙ニ多量ヲ要シタ。Hermann<sup>10)</sup>ハ「コカイン」デ 4 ヲツノ味ノナクナルト共ニ電氣的味覺モ全然ナクナツタ例ヲ報ジテキル。又 Hermann<sup>11)</sup>ハ交番スル感應電流デモ不明瞭ナ酸味ヲ感ズルト云フ。

己ニ 1797 年 Humboldt<sup>12)</sup> ハコノ電氣的味覺ハ唾液中ノ電解質ノ分解ニヨルモノカ或ハ味覺神經乃至味覺器ヲ電流ガ直接刺戟スルニヨツテ起ルモノナルカニ就キ問題ヲ投ジタガ未ダ充分明カニサレルニ至ラナイ。Rosenthal<sup>13)</sup>ハ電氣的味覺ハ唾液中ノ電解質ノ分解ニ unabhängig ナリト云ヒ Hermann ハ之ニ反對ヲ唱ヘ<sup>13)</sup> 又 Monro, Volta, Rosenthal<sup>14)</sup> 等ニ依レバ不分極導子デモ電氣的味覺ハ起ルト言ツテキル。

著者ハ斯ノ如キ電氣味覺ノ性質ヲ究メントシテ本實驗ニ着手シタ。

## 第 2 章 實驗方法及ビ成績

### 第 1 節 直流ニヨル刺戟

#### 第 1 項 個々ノ乳頭ノ刺戟

##### 1. 鉛筆ノ「シン」ヲ刺戟電極トシタ時。

鉛筆ノ「シン」ヲ刺戟電極トナシ他ノ電極ヲ片手ニ持チ電池ヨリ Rheocord ヲ介シテ適度ノ電流ニヨリ舌ノ上面前部ノ乳頭約 20 ノ上ニ短時間アテテ刺戟スルニ乳頭ニ當テル電極ヲ陽極ニシタ時モ、陰極ニシタ時モ酸味様ノ味アリテ多少收斂性ヲ帶ブルガ陽極ニシタ時ノ方ガ味ガ強イ。又各乳

頭ニヨリ感覺ニ強弱アリテ、陽極ニシタ時ニ感覺ノ強キモノハ陰極ニシタ時モ強ク弱キモノハ此反對ナリ。

#### 2. 亞鉛-硫酸亞鉛-毛筆電極

亞鉛-硫酸亞鉛電極ノ先ニ白陶土ヲ 0.6% 「リソゲル」溶液デ固クネリタルモノヲツメ、ソレニ毛筆ノ先ヲ附ケタルモノヲ刺戟電極トシテ前述ノ如キ方法ニテ個々ノ乳頭ヲ刺戟スルニ稍々酸味様ニ感ズルモノ、殆ド味ヲ感ゼヌモノ、全然感ゼヌモノアリ。但シ用ヒタル電流ハ 1/30 M. A 内外ナリ。

### 第 2 項 廣キ範圍ノ部ノ刺戟

#### 1. 銀線電極ニヨルモノ

銀線ヲ刺戟電極トシテ舌ノ上面前部、邊緣部ニ置キ他ノ極ヲ手ニ持チ抵抗ヲ加減シテ電流ヲ 1/100 M. A. トナシ、舌ノ稍々廣キ部ヲ刺戟スルニ次ノ如シ。

einsteigendes Strom	{ 閉鎖時...酸味アリ 開放時...味ナシ
aussteigendes Strom	{ 閉鎖時...味ナシ 開放時...多クハ弱「アルカリ」性味アルモ、時トシテ味ナシ

但シ閉鎖時トハ閉鎖中ヲモ含ムモノトス。(以下之ニ準ズ)。

#### 2. 亞鉛-硫酸亞鉛電極ニヨルモノ

亞鉛-硫酸亞鉛電極ノ先ヲ 0.6% 「リソゲル」液デ練リタル白陶土デ充填シ、之ヲ刺戟電極トシテ前回ノ如クシテ舌ノ上面ヲ刺戟スルニ次ノ如シ。但シ電流強度ハ 1/100 M. A. 乃至 1/50 M. A. ニシテ白陶土ノ直径ハ 1 cm ナリ。

einsteigendes Strom	{ 閉鎖時...稍々酸味様? 或ハ brennend 開放時...味ナシ
aussteigendes Strom	{ 閉鎖時...味ナシ 開放時...味ナシ

3. 亞鉛-硫酸亞鉛-粘土電極

前記、亞鉛-硫酸亞鉛-白陶土電極ノ白陶土ノ代リニ粘土ヲ用ヒ同様ニシテ刺戟スルニ次ノ如シ。但シ粘土ノ直徑ハ $\frac{1}{2}$  cmニシテ直流ハ1/50 M. A.ナリ。

einsteigendes Strom (閉鎖時...etw. brennend  
開放時...味ナシ)

aussteigendes Strom (閉鎖時...味ナシ  
開放時...etw. brennend)

次ニ粘土ノ直徑ヲ1 cmトシタルニ略ボ同様ノ成績ナリ。粘土ノ直徑ヲ1.5 cmトシ1/50 M. A.乃至1/10 M. A.ノ電流ヲ用ヒテ刺戟セシニ味覺ハ起ラズシテ einst. Stromノ閉鎖時及ビ ausst. Stromノ開放時ニ弱キ刺戟感覺起リシノミナリ。

4. 金屬電極ヲ用ヒタル時

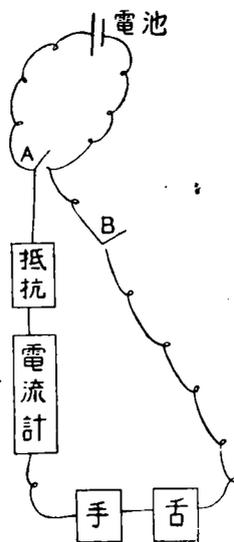
直徑1 cmノ金屬電極ヲ用ヒ舌ヲ刺戟シタルニ其ノ成績次ノ如シ。但シ電流ハ1/10 M. A.乃至1/40 M. A.ナリ。

einst. Strom (閉鎖時...酸味アリ  
開放時...味ナシ)

ausst. Strom (閉鎖時...味ナシ  
開放時...稍々甘味アリ)

コノ金屬電極ヲ陽極ニシテ舌ニノセ第1圖ニ示

第1圖



A及ビBハ開閉器ニシテAノ切レタ瞬間ヨリBノ切レル瞬間迄、舌ヲ電流ガ刺戟スル。2箇ノ開閉器ハ東氏ノ「ベンヂユラム」ヲ應用セリ。

ス如キ方法ニテ電流強度ヲ種々ニ加減シ夫々ノ場合ノ酸味ヲ起スニ要スル刺戟時間ヲ求ムレバ第1表ノ如ク之ヲ圖示スレバ第2圖ノ如シ。

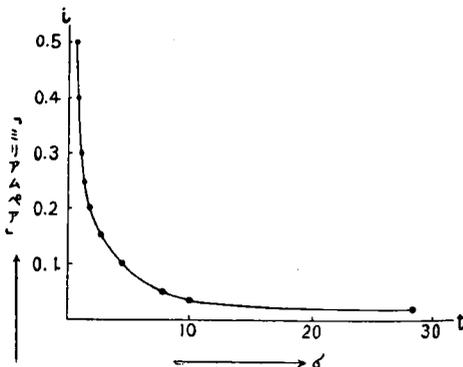
5. 「オイヒニン」, KCl, MgSO<sub>4</sub>等ノ溶液ニ半透膜ヲ隔テテ電流ヲ通ジタル場合

「オイヒニン」(CO<sub>2</sub> <math>\begin{matrix} O.C\_2H\_5 \\ O.C\_2O.H\_2, N\_2O \end{matrix}</math>)ハ水ニ難溶殆ド無味。「アルカリ」ニ不溶、酸ニ溶ケテ苦味ヲ呈ス。之ヲ金屬ニ少シ附着セシメ舌上ニ置キ陽極トシテ電流ヲ通ズルモ苦味ヲ感ゼズ。又之ヲ稀鹽

第1表  
電流強度ト味覺閾時間トノ關係

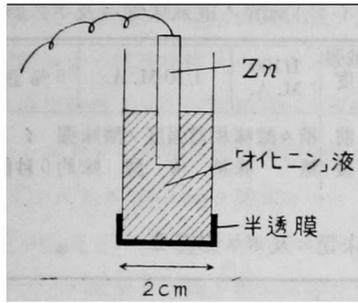
i (「ミリアムペア」)	t (σ)	it
0.015	28.0	0.42
0.04	10.0	0.4
0.05	8.0	0.4
0.10	4.0	0.4
0.15	3.0	0.45
0.20	2.0	0.4
0.25	1.5	0.38
0.30	1.5	0.45
0.40	1.25	0.5
0.50	1.0	0.5

第2圖  
電流強度ト味覺閾時間トノ關係



酸ニ溶カシ、相當強ク苦味ヲ呈スル液ヲ10ccト  
リ、片方ノ先ヲ「コロヂウム」膜又ハ羊皮紙ヲ閉シ  
タ「ガラス」筒ニ入レ (第3圖ハ此縦斷面ヲ示ス)

第3圖



半透膜面ヲ舌上ニ置キ、片手ニ他ノ電極ヲ持テ  
0.5 M. A. ノ電流ヲ通ズルニ舌ヲ陽極側トシタ時  
ハ酸味ヲ覺ユルモ、陰極トシタ時ハ殆ド味ナクシ  
テ電流ヲ切ツタ時、或場合ハ僅カニ甘味ニ似タル  
モノヲ認メ舌縁ニテハ或場合ニハ苦味ニ似タル味  
ヲ覺ユ。此關係ハ10% MgSO<sub>4</sub> 溶液、10% KCl  
溶液ヲ用ヒタル場合ニテモ同様ニシテ水道水ヲ用  
ヒ0.05 M. A. 乃至0.5 M. A. ノ電流ヲ通ジタル場  
合ニテモ殆ド同様ノ結果ヲ得タリ。

6. 食鹽溶液ニ「ゼラチン」ヲ通シテ電流ヲ通  
ゼシ場合。

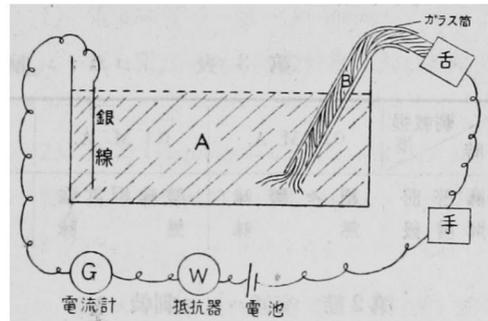
市販「ゼラチン」40gヲ0.3%食鹽溶液130cc  
ニ加温溶解シ次デ凝固セシメテ後、1立方cmノ大  
イサニ切り其ノ1側面ヲ第3圖ニ示シタ電極ノ半  
透膜面ニ附着セシメ、反對側面ニ舌ヲ當テ他ノ電  
極ヲ片手ニ持テテ1/100 M. A. 乃至2.5 M. A. ノ電  
流ヲ通ジタルニ其ノ味覺ハ舌ニ當テル電極ヲ直  
徑1cmノ金屬電極トシタル場合ノ電氣的味覺ニ  
殆ド等シ。

7. 「味ノ素」ニ就テ。

「味ノ素」ニハ各種ノ味ガ含マレ舌上面後部、竝  
ニ舌縁後部ニ於テ最モ強ク感ズ。之ヲ5—10% 溶  
液トナシ第4圖ノ如ク「ガラス」筒ヲ通レル「ガ

ゼ」束ヲ通シテ舌ニ觸レシメ0.1 M. A. 乃至0.15  
M. A. ノ電流ヲ通ズルニ「ガゼ」束ヲ陽極ニシ、  
銀線ヲ陰極ニスレバ4—5秒經テ滑ラカナ、鹹イ  
Komponent ヲ有シタ稍々甘キ味ヲ感ジ、電流方  
向ヲ反對ニスレバ初メヨリ酸味ガ強イ。而シテ之  
等ノ味覺ハ「味ノ素」溶液ノ代リニ水道水ヲ用ヒタル  
場合ニ比シ相當強イ。

第4圖



A ハ「味ノ素」溶液  
B ハ「ガゼ」束

8. 所謂 Gegengeschmack ニ就テ。

直徑1cmノ金屬電極ヲ用ヒ舌上面ノ味覺ノ無  
キ部ニ當テ、他ノ電極ヲ片手ニ持テテ0.5 M. A.  
ノ電流ヲ通ズルニ殆ド感覺ナク、1.5 M. A. 乃至  
2 M. A. ノ電流ヲ通ズルニ初メニ觸覺ニ似タ感ジ  
アリ。而シテ舌ヲ陽極ニスレバ電流ヲ切ツタ時感  
覺強ク、陰極ニスレバ、カカル事ナシ。舌ヲ陽極ニ  
シタ時ハ1.5 M. A. 乃至2 M. A. ノ電流ヲ通ジテ3  
—4秒後熱感覺現ハレ次第ニ強クナリ、舌ヲ陰極  
ニスレバ同様ノ感覺ガ初メ強ク次デ一時弱クナル。  
而シテ何レモ或場合ニハ舌根ニ、時トシテハ  
舌縁若クハ舌尖ニ酸味様ノ味覺ヲ覺ユ。

次ニ直徑1cmノ金屬電極ヲ不感味部ニ置キ直  
徑1/2cmノ銀板電極ヲ舌下又ハ舌上中央部ニ置キ  
1.0—1.5—2.0—2.5 M. A. ノ電流ヲ通ズルニ何レノ  
方向ニ通ズルモ舌根、舌縁等ニ酸味様ノ味覺 (竝

ニ其ノ他ノ味覺ヲ起ス事ナシ。

9. 「コカイン」麻醉ノ場合。

舌ノ上面前、左側部4平方ccニ綿ニ8%鹽酸「コカイン」1ccヲ含マセタモノヲ置キ5分後取去リ麻醉シタ部ヲ直径1cmノ金屬電極デ刺戟スルニ第2表ノ如シ。對照トシテ5%酒石酸ヲ用ヒタリ。

但シ舌ニ當テタ電極ハ陽極トシ陰極板ハ手ニ持テタルモノトス。

次ニ同部ニ8%鹽酸「コカイン」5ccヲ1cc宛、綿ニツケテ當テ3分毎ニ取換ヘ充分舌粘膜ヲ麻醉セシメ前回ノ如クシテ刺戟セシニ次ノ如シ。

第2表

「コカイン」麻醉ノ電氣味覺ニ及ボス影響1

刺戟強度 時	1/100 M. A.	1/10 M. A.	5% 酒石酸
麻醉前	稍々酸味	相當強度ノ酸味	強イ酸味
麻醉後	無味	稍々酸味	約5秒後酸味

第3表 「コカイン」麻醉ノ電氣味覺ニ及ボス影響2

刺戟強度 時	0.01 M. A.	0.1 M. A.	0.15 M. A.	0.3 M. A.	5% 酒石酸
麻醉前	稍々酸味	酸味相當強	同上	強イ酸味	強イ酸味
麻醉後	無味	無味	無味	熱感ヲ伴ヘル酸味	無味

第2節 交通ニヨル刺戟

第1項 個々ノ乳頭ノ刺戟

第1節、第1項ニ述ベタル如キ鉛筆電極ヲ用ヒ Du-Bois-Reymond ノ感應電氣器ニヨリ Rollenabstandヲ加減シテ適當ナ強サノ交流ヲ極メテ短時間、個々ノ乳頭ニ作用サセシニ各乳頭ニハ Vibrationsempfindungアリテ酸味ハ直流ニ比シ遙カニ弱ク又酸味ヲ覺エヌ乳頭モ多シ。

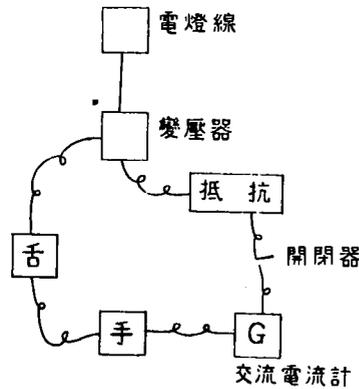
第2項 稍々廣キ範圍ノ刺戟

直径1cmノ金屬電極ヲ用ヒ1M. A.内外ノ交流ニヨリ舌ヲ刺戟セシニ(第5圖参照)稍々強キ電流デハ灼熱感アリ、少シ弱流デハ Vibrationsempfindung 更ニ弱イト一種ノ刺戟感覺アルモ何レモ所謂味覺ハナイ。

第3章 總括竝ニ考按

以上ノ實驗成績ヲ總括スルニ同一人ニテモ、日ニヨリ時ニヨリ電氣味覺強度ニ差異ハアルガ、電流強度ヲ適當ニ加減シ銀線ヲ刺戟

第5圖



電極トシテ舌ニ(他極ハ手ニ持ツ)アテレバ einsteigendes Stromノ閉鎖中ハ主トシテ所謂金屬性ノ酸味ヲ感ジ aussteigendes Stromノ開放時ニハ主トシテ所謂「アルカリ」性ノ味ヲ覺エ、直径1cm位ノ廣キ面ノ刺戟電極ヲ舌ニ當テ適度ノ電流ヲ通ズレバ、前ノ場合ニハ酸味ヲ後ノ場合ニハ稍々甘味ヲ覺エ、廣キ

面ノ不分極電導子ヲ用フレバカカル味ヲ呈セザル等ノ諸點ヲ考フレバ廣キ面ノ金屬電極デハ電流ノ密度小ナルタメ電流ニヨリ知覺神經又ハ味覺神經ガ直接刺戟サル事少ク味蕾ヲ通シ味覺神經ガ唾液等ノ電解物質ノ味ヲ感じ、銀線電極ニテハ電流密度大ナルタメ舌ノ神經終末ヲ直接刺戟スル力ガ電解質ニヨリ間接ニ刺戟サレル力ヨリモ強キタメ所謂金屬性ノ味若クハ「アルカリ」性ノ味ヲ感ズルモノト思ハル。更ニ交流デハ甚ダ弱キ酸味ヲ覺エシムルニシギヌノハ電流ノ方向ガ絶エズ變化スルタメ Polarisat ノ生成無キタメト考ヘラレ第2圖ノ it 曲線ハ或條件ノ下ニ於テハ電氣味覺ノ大部分ハ Polarisat ノ味ナル事ヲ示ス。併シ乍ラ又一方半透膜ヲ通シテ舌ト連絡セル食鹽其ノ他ノ溶液ニ電流ヲ通ズルモ特ニ味ニ變化ヲ與ヘザル點ハ Polarisat ノ味ガ電氣味覺ニ意義無キヤノ感ヲ抱カシムルモ「味ノ素」ノ水溶液ハ、同強度ノ電流ニテハ水道水ヨリ電氣味覺ノ強キハ Polarisat ガ電氣味覺ニ關與セル事ヲ示スモノデアル。更ニ「コカイン」麻醉ニヨリ普通ノ味ヲ感ゼザル舌上ニ強キ電流ヲ通ズレバ其ノ部ニ酸味様ノ感覺ヲ起シ、電流モ直接味覺神經ヲ刺戟シ得ルヲ知ル。

之ヲ要スルニ電氣味覺ハ一部ハ Polarisat ノ味デアリ、一部ハ電流ニヨル味覺神經ノ直接刺戟ニヨルト思ハレルノデアル。

次ニ所謂 Gegengeschmack ナルモノニ就テ論ズルニ舌ノ中央部ノ不感味部ニ片方ノ電極ヲ置キ片方ノ電極ヲ手ニ持チテ電流ヲ通ズレバ舌根ニ酸味様ノ味ヲ覺エ、之ハ舌上ノ電極ヲ陽極トシタル時ハ寧ろ開放時ニ、陰極トシタル時ハ閉鎖中就中其ノ初期ニ強キヲ覺エ

タリ。此ノ感覺ハ舌上ノ電極ハ其ノ儘トシ、手ニ持ツ電極ノ代リニ舌下面又ハ舌中央部等ニ電極ヲ置ケバ舌根ニハ何等ノ味覺モ起ラナイ。之ニ依テ見ルニ所謂 Gegengeschmack ナルモノハ電氣ガ流レテ舌根等ノ味覺神經ヲ刺戟スルニヨルモノト思考サル。

#### 第4章 結 論

- 1) 電氣味覺ハ一部ハ Polarisat ノ味デアリ、一部ハ電流ニヨル味覺神經ノ直接刺戟デアル。
- 2) 所謂 Gegengeschmack ハ電流ガ流レテ他ノ部ノ味覺神經ヲ直接刺戟スルニヨルモノデアル。

拙筆スルニ臨ミ終始御懇篤ナル御指導ト御校閱ノ勞ヲ賜ハリタル恩師生沼教授ニ對シ謹ミテ深謝ス。

#### 文 獻

- 1) *Sulzer*, zit. nach *Nager's Handbuch*, 3, 631, 1905.
- 2) *Goldschneider* u. *Schmidt*, *Zentralbl. f. Phys.*, 4, 10, 1890.
- 3) *Oehrwald*, *Skandinav. Arch.*, 2, 10, 1891.
- 4) *Hermann*, *Pflüger's Arch.*, 49, 520, 1891.
- 5) *Ebenda*, S. 519.
- 6) *Laserstein*, zit. nach *Biedermann, Elektrophysiologie*, 612, 1895.
- 7) *Rosenthal*, zit. nach *Nager's Handbuch*, 3, 631, 1905.
- 8) *Zeynek*, *Zentralbl. f. Phys.*, 12, 617, 1898.
- 9) *Laserstein*, zit. nach *Biedermann, Elektrophysiologie*, 614, 1895.
- 10) *Hermann*, *Pflüger's Arch.*, 49, 529, 1891.
- 11) *Ebenda*, S. 525.
- 12) *Humboldt*, zit. nach *Handb. d. Norm. u. Pathol. Phys. d. Mensch.*, 11, 1, S. 321, 1926.
- 13) zit. nach *Zeynek, Zentralbl. f. Phys.*, 12, 617, 1898.
- 14) zit. nach *Biedermann, Elektrophysiologie*, 612, 1895.