한국농화학회지 Vol. 20, No. 2, June. 1977
J. Korean Agricultural Chemical Society

官能檢査에 關한 硏究

〔第1報〕 Scheffe's method의 第1新法에 對하여

洪 鎭
株式會社 금복주 硏究室
(1976년 10월 1일 수리)

Studies on Sensory Evaluation

〔Part I〕 New Modified Scheffè's Method I

Hong, Jin
Central Lab., Gum Bog Ju Brewery Co. Ltd.
(Received Oct. 1. 1976)

SUMMARY

Modified Scheff's Method by Ura is an efficient method used very often in studying quality at a laboratory but, when panels are not well controlled and quality differences among samples are very small, it has sometimes been identified that it is impossible to detect quality differences by this method.

Therefore in order to enhance efficiency to rank quality among samples, "New Modified Scheffe's Method 1" is designed. Experimental results presented in this paper lead to the conclusion that detection is carried out more efficiently by "New Modified Scheffe's Method 1" than by Modified Scheffe's Method by Ura, and also this title method can be utilized for the aim to train and control panels.

머 릿 말

官能檢査란 人間의 感覺器管을 使用해서 行하는 檢査로써 統計的方法을 官能檢査에 適用하기 시작한 것은 1935년 R.A. Fisher의 The Design of Experiments가 出刊된 以後의 일임은 周知하는 바이다.

Guttman(1946)(1)에 의해 처음으로 開發된 一對比較法은 現在가장 많이 사용되고 있는 手法中의 하나로써 1940년대 후반에서 1950년대에 걸쳐 크게 發展되기에 이르렀다.

1對比較法을 크게 나누면 比較結果를 評點으로 表示하는가(Scheffé's method)(2) 順位로 表示하는가(Bradley's method(3-6)와 Thurstone's method(7))에 따라 2分된다.

Scheffé's method(2)는 1人의 파넬은 1組의 判斷만 하도록 하고 있으나 實用의 目的上 몇가지 變形이 提出되어 있다. 즉 1人이 모든 組合에 대해서 比較하는 모델(浦變法)(8)이 그 첫 變形으로써 Scheffé's 原法과 浦變法은 順序効果를 檢出해 내고 있는 點에서는 同一하다. 이에 대해서 順序効果를 無視하고 往復判斷을 行하게 하는 一群의 또 다른 모델이 있다(芳賀(9)의 變法과 中屋(10)의 變法). 그러나 酒類를 비롯하여 食品의 官能檢査는 主로 味覺과 嗅覺에 依存하므로 前試料에 의한 殘存効果가 크기 때문에 1對比較法中 比較順序가 있는 Scheffé의 原法이나 浦變法을 많이 使用하게 되는 것이다.

그러나 이 兩試驗方法은 實驗內容과 目的上 그 適用 경우가 相異하다. 市場調査가 그 目的일 경

우에는 多數의 被試驗者를 利用하는 Scheffé의 原法이 적당하다. 反面에 研究室等에서 行하는 品質研究가 그 目的이라면 훈련된 少數의 파넬을 利用하는 浦變法이 便利하다. 따라서 兩試驗法에 의한 결과의 解釋은 전혀 다르게 된다. 즉 Scheffé의 原法은 被試驗者를 無作爲 標本으로 볼 수 있는 원래의 集團인 전체의 소비자에까지 그 결과를 적용할 수 있으나* 浦變法에 의한 결과는 被試驗者 自體에 대해서만 妥當하다는 結果의 利用上 제약을 받게 된다. 그러나 品質向上이나 製品開發의 第 1 段階인 實驗室的 規模의 品質研究에 있어서는 理論的으로나 實際的으로 대단히 有用한 方法임엔 틀림없다.

著者는 Scheffé's method의 浦變法을 利用하여 酒類에 관한 品質研究를 行해오던 中 品質間에 差가 있음에도 不拘하고 有意差가 없다는 결론에 빈번히 도달하게 됨을 경험하였으며 특히 파넬이 잘 훈련관리되어 있지 않을 때는 말할 것도 없고 試料間의 品質差가 근소할 경우에 더욱 심하게 됨을 발견하였기에 試料間의 品質差를 最大限으로 檢出해 내기 위해서 파넬의 嗜好尺度 不安定性에서 오는 誤差를 殘差에서 分離해 내는 方法 즉 反復實驗있는 Scheffé의 1對比較浦變法의 1變形(이를 Scheffé's method의 第1新法이라고 略稱키로 한다)을 考案 實施한 결과 所期의 成果를 얻을 수 있었기에 여기에 報告코저 한다.

統計的 解析方法

(가) 構造模型에 對해서

t개의 試料 A_1, $A_2, \cdots At$를 $\dfrac{t(t-1)}{2}\times 2$ 의 組合으로 해서 N人의 파넬 $O_1, O_2, \cdots O_N$이 각각 전체의 順序있는 對$(A_i\ A_j)$를 1回 判斷하는 것을 1系列로 할때, 이러한 1系列을 M회 反復試驗한다. 이때 反復試驗을 B_1, $B_2, \cdots B_M$으로 둔다.

지금 파넬 O_e이 順序있는 對(A_i, A_j)에 대해 反復試驗 B_k회째에 부여한 評點을 x_{ijek}로 表示할 때의 x_{ijek}에 대한 構造模型은 다음과 같다.

$$x_{ijek}=(\alpha_i-\alpha_j)+(\alpha_{ie}-\alpha_{je})+(\alpha_{ik}-\alpha_{jk})+(\alpha_{iek}-\alpha_{jek})+\gamma_{ij}+(\delta+\delta_e+\delta_k+\delta_{ek})+\varepsilon_{ijek}$$

여기서

α_i : 試料 A_i의 平均的 效果로써 $\sum_i \alpha_i=0$로 된다.

α_{ie} : 試料 A_i에 대해서 파넬 l이 갖고 있는 嗜好度의 個人差, 결국 파넬 l의 기호도와 파넬전체의 평균적 기호도의 差를 의미한다. $\sum_i \alpha_{ie}=0$, $\sum \alpha_{ie}=0$로 된다.

α_{ik} : 試料 A_i에 대해서 平均的效果의 反復差. 즉 파넬전체가 試料 A_i에 대해서 갖고 있는 平均的 기호의 반복차를 의미한다. $\sum_i \alpha_{ik}=0$, $\sum_k \alpha_{ik}=0$로 된다.

α_{iek} : 시료 A_i에 대해서 파넬 l이 k번째의 실험에서 갖고 있는 기호도의 개인별 反復差를 의미한다. 결국 파넬 l의 반복 실험 k번째의 기호도와 파넬 l의 平均的 기호도와의 差를 의미. 따라서 파넬 l은 시료 A_i에 대해서 $\alpha_i+\alpha_{ie}+\alpha_{ik}+\alpha_{iek}$의 기호도를 갖고 있다고 分析된다.

$\sum_i^t \alpha_{iek}=0$, $\sum_e^N \alpha_{iek}=0$, $\sum_k^M \alpha_{iek}=0$로 된다.

γ_{ij} : 組合效果로써 $\sum_{i<j}\gamma_{ij}=0$, $\gamma_{ij}=-\gamma_{ji}$로 된다.

δ : 平均的順序效果

δ_e : 順序效果의 個人差, $\sum_e \delta_e=0$로 된다.

δ_k : 順序效果의 反復差, 즉 파넬전체의 平均的 順序效果와 반복시 마다 일어나는 順序效果와의 差를 의미. $\sum_k \delta_k=0$이다.

δ_{ek} : 順序效果의 個人別反復差

$\sum_e \delta_{ek}=0$, $\sum_k \delta_{ek}=0$로 된다.

ε_{ijek} : 殘差(나머지의 效果)로써 統計的으로 獨立이며 定해진 順序있는 對(A_i, A_j)에 대해서 同一한 平均을 갖고

$V(\varepsilon_{ijek})=\sigma^2$로 된다. 또한 定規性을 假定한다.

(나) 母數의 推定

各母數의 推定値는 다음式에 의해서 계산된다.

平均嗜好度 : $\hat{\alpha}_i=\dfrac{1}{2tNM}(x^*_{i\cdots}-x_{\cdot i\cdot\cdot})$ (1)

嗜好度의個人差 : $\hat{\alpha}_{ie}=\dfrac{1}{2tM}(x_{i\cdot e\cdot}-x_{\cdot ie\cdot})-\hat{\alpha}_i$ (2)

嗜好度의反復差 : $\hat{\alpha}_{ik}=\dfrac{1}{2tN}(x_{i\cdots k}-x_{\cdot i\cdot k})-\hat{\alpha}_i$ (3)

嗜好度의個人別反復差 : $\hat{\alpha}_{iek}=\dfrac{1}{2t}(x_{i\cdot ek}-x_{\cdot iek})-\hat{\alpha}_i-\hat{\alpha}_{ie}$ (4)

組合效果 : $\gamma_{ij}=\dfrac{1}{2NM}(x_{ij\cdots}-x_{ji\cdots})-(\hat{\alpha}_i-\hat{\alpha}_j)$ (5)

平均的順序效果 : $\hat{\delta}=\dfrac{1}{t(t-1)NM}x_{\cdots\cdot}$ (6)

順序效果의個人差 : $\hat{\delta}_e=\dfrac{1}{t(t-1)M}x_{\cdot\cdot e\cdot}-\hat{\delta}$ (7)

---

* 이 경우는 반드시 無作爲 標本이란 條件을 확보할 수 있는 Sampling이 먼저 행해진후 그 자료에 의해 실험되지 않으면 안 된다.

* $x_{i\cdots}=\sum_j\sum_e\sum_k x_{ijek}$이다. 나머지의 경우도 또한 같다.

順序効果의反復差 : $\hat{\delta}_k=\frac{1}{t(t-1)N}x_{\dots k}-\hat{\delta}$ (8)

順序効果의 個人別反復差 :

$$\hat{\delta}_{ek}=\frac{1}{t(t-1)}x_{..ek}-\hat{\delta}-\hat{\delta}_e \quad (9)$$

(다) 平方和의 計算式과 分散分析表 作成

$$S_\alpha=\frac{1}{2tNM}\sum_i(x_{i\dots}-x_{i\dots})^2 \quad (10)$$

$$S_{\alpha(o)}=\frac{1}{2tM}\sum_i\sum_e(x_{i.e.}-x_{.ie.})^2-S_\alpha \quad (11)$$

$$S_{\alpha(B)}=\frac{1}{2tN}\sum_i\sum_k(x_{i..k}-x_{.i.k})^2-S_\alpha \quad (12)$$

$$S_{\alpha(o)(B)}=\frac{1}{2t}\sum_i\sum_l\sum_k(x_{i.ek}-x_{.iek})^2 -S_\alpha-S_{\alpha(o)} \quad (13)$$

$$S_r=\frac{1}{2NM}\sum_i\sum_{j<i}(x_{ij..}-x_{ji..})^2-S_\alpha \quad (14)$$

$$S_\delta=\frac{1}{t(t-1)NM}x_{\dots.}{}^2 \quad (15)$$

$$S_{\delta(o)}=\frac{1}{t(t-1)M}\sum_e x_{..e.}{}^2-S_\delta \quad (16)$$

$$S_{\delta(B)}=\frac{1}{t(t-1)N}\sum_k x_{\dots k}{}^2-S_\delta \quad (17)$$

$$S_{\delta(o)(B)}=\frac{1}{t(t-1)}\sum_e\sum_k x_{..ek}{}^2-S_\delta-S_{\delta(o)} \quad (18)$$

$$S_e=S_T-S_\alpha-S_{\alpha(o)}-S_{\alpha(B)}-S_{\alpha(o)(B)}-S_r-S_\delta- S_{\delta(o)}-S_{\delta(B)}-S_{\delta(o)(B)} \quad (19)$$

$$S_T=\sum_i\sum_j\sum_e\sum_k x_{ijek} \quad (20)$$

以上과 같이 計算한 평방화에 의해 第1表와 같은 分散分析表를 作成한다.

第1表 分散分析表

要 因	平方和	自 由 度
主効果	S_α	$t-1$
主効果×個人	$S_{\alpha(o)}$	$(t-1)(N-1)$
主効果×反復	$S_{\alpha(B)}$	$(t-1)(M-1)$
主効果×個人×反復	$S_{\alpha(o)(B)}$	$(t-1)(N-1)(M-1)$
組合効果	S_r	$\frac{1}{2}(t-1)(t-2)$
順序効果	S_δ	1
順序効果×個人	$S_{\delta(o)}$	$N-1$
順序効果×反復	$S_{\delta(B)}$	$M-1$
順序効果×個人×反復	$S_{\delta(o)(B)}$	$(N-1)(M-1)$
殘差	S_e	$(t-2)(MNt-\frac{1}{2}t+\frac{1}{2})$
總平方和	S_T	$t(t-1)NM$

(라) 信賴區間의 計算

分散分析의 결과 主効果가 有意할 경우 다음에 어느 α_i와 α_j간에 有意差가 있는지를 확인한다. 신뢰도를 $1-\phi$로 할 경우 studentized range $q_\phi(t,f;\phi)$를 數表에서 찾아 (21)식에 의해 Yardstick Y_ϕ를 계산한다. 但 $\hat{\sigma}^2$은 分散分析表에서 계산한 殘差의 不偏分散値이며 t는 比較하려는 것의數 즉 이 경우는 試料의 數이며 f는 殘差의 自由度이고 ϕ는 위험율이다.

$$Y_\phi=q_\phi\sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{2tNM}} \quad (21)$$

다음에 $\alpha_i-\alpha_j$의 신뢰도 $1-\phi$의 신뢰 구간을 다음식에 의해 구한다.

$$\hat{\alpha}_i-\hat{\alpha}_j-Y_\phi\leqq\alpha_i-\alpha_j\leqq\hat{\alpha}_i-\hat{\alpha}_j+Y_\phi \quad (22)$$

이 區間이 十, 一 兩側에 걸쳐 있을 때는 α_i와 α_j간에 有意差가 있다고 할 수 없다. 區間이 ＋側에만 있을때는 $\alpha_i>\alpha_j$이고 一側에만 있을 때는 $\alpha_i<\alpha_j$라고 위험율 ϕ에서 인정된다.

他効果의 信頼區間 計算方法에 대해서는 實驗例에서 취급하기로 한다.

實驗 및 結果

(가) 파넬 : 관능검사 방법에 관해서 훈련된 양조기술자 5名.

(나) 시료 : 탈취정제한 동일한 주정을 원료로 하여 調味物質의 添加量만을 달리한 시제품소주 2點(시료 번호 1,2번)과 시중에서 구입한 소주 3종(시료번호 3,4,5번) 계 5點.

(다) 判斷 : 파넬은 提出된 2개의 시료를 比較해서 다음과 같이 2가지의 판단을 한다.

(1) 어느쪽의 시료가 더 좋읍니까?

(2) 그 좋은 정도를 다음의 척도로써 판단해 주십시요.

3 : 대단히 차가 있다.

2 : 상당히 차가 있다.

1 : 약간 차가 있다.

0 : 차가 없다.

(라) 實驗方法 : 5개의 시료를 唎酒順序를 고려해서 20개 組合을 만들어 각 파넬이 20組의 對를 전부 한번씩 比較토록 해서 이와같은 1系列을 3回 反復실시했다. 各系列마다 對와對의 순서는 無作爲化했으며 파넬은 每日 午前, 午後 2回씩 唎酒하며 1回시험에 4組씩 提出했다. 파넬은 各컵에 대해서 한번 밖에 唎酒할 수 없으며 各試料間의 시간 간격은 組內에서는 30~40抄, 組間에서는 5分內外로 制限했다. 이때 압안을 헹구어내는 일은 體溫정도의 溫水를 사용해서 組間에 限해서만 하도록 許可했다. 唎酒는 20°C內外의 唎酒室의 round table에서 2名이 同時에 실시했으며 1系列 실험에

第2表 第1回 唎 酒 結 果

파 넬 O_1

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j11}$
1		0	+1	+1	−1	+1
2	−1		−1	+1	+1	0
3	+2	+1		+1	+1	+5
4	0	+1	+1		+1	+3
5	+2	+2	+1	+2		+7
$x_{i\cdot 11}$	+3	+4	+2	+5	+2	$x_{\cdot\cdot 11}=$ +16
$x_{\cdot i11}$	+1	0	+5	+3	+7	
$x_{i\cdot 11}-x_{\cdot i11}$	+2	+4	−3	+2	−5	

파 넬 O_2

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j21}$
1		−1	−2	−1	−2	−6
2	−2		−1	0	−1	−4
3	+1	−1		+2	+1	+3
4	−3	−2	+1		−1	−5
5	+1	+2	+1	0		+4
$x_{i\cdot 21}$	−3	−2	−1	+1	−3	$x_{\cdot\cdot 21}=$ −8
$x_{\cdot i21}$	−6	−4	+3	−5	+4	
$x_{i\cdot 21}-x_{\cdot i21}$	+3	+2	−4	+6	−7	

파 넬 O_3

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j31}$
1		−1	0	+3	−1	+1
2	−1		+1	+2	−1	+1
3	+1	+2		+1	+1	+5
4	+2	+2	+1		+1	+6
5	+1	0	+2	−2		+1
$x_{i\cdot 31}$	+3	+3	+4	+4	0	$x_{\cdot\cdot 31}=$ +14
$x_{\cdot i31}$	+1	+1	+5	+6	+1	
$x_{i\cdot 31}-x_{\cdot i31}$	+2	+2	−1	−2	−1	

파 넬 O_4

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j41}$
1		0	+1	−2	−2	−3
2	0		−1	−1	+1	−1
3	+2	+2		+1	+1	+6
4	−1	+2	+1		−1	+1
5	+2	+1	+1	+1		+5
$x_{i\cdot 41}$	+3	+5	+2	−1	−1	$x_{\cdot\cdot 41}=$ +8
$x_{\cdot i41}$	−3	−1	+6	+1	+5	
$x_{i\cdot 41}-x_{\cdot i41}$	+6	+6	−4	−2	−6	

파 넬 O_5

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j51}$
1		0	−1	−1	+1	−1
2	0		−1	+1	+3	+3
3	0	+2		+1	+1	+4
4	+3	−2	−1		−2	−2
5	+2	+1	+2	−1		+4
$x_{i\cdot 51}$	+5	+1	−1	0	+3	$x_{\cdot\cdot 51}=$ +8
$x_{\cdot i51}$	−1	+3	+4	−2	+4	
$x_{i\cdot 51}-x_{\cdot i51}$	+6	−2	−5	+2	−1	

第1回시험 파넬 合計

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j\cdot 1}$
1		−2	−1	0	−5	−8
2	−4		−3	+3	+3	−1
3	+6	+6		+6	+5	+23
4	+1	+1	+3		−2	+3
5	+8	+6	+7	0		+21
$x_{i\cdot\cdot 1}$	+11	+11	+6	+9	+1	$x_{\cdot\cdot\cdot 1}=$ +38
$x_{\cdot i\cdot 1}$	−8	−1	+23	+3	+21	
$x_{i\cdot\cdot 1}-x_{\cdot i\cdot 1}$	+19	+12	−17	+6	−20	

第3表 第2回 唎酒結果

파 넬 O_1

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{.j12}$
1		−1	−1	−1	−1	−4
2	+1		−2	0	0	−1
3	+1	+1		−1	−1	0
4	+1	+1	−2		+1	+1
5	+1	+1	+1	−1		+2
$x_{i.12}$	+4	+2	−4	−3	−1	$x_{..12}=$
$x_{.i12}$	−4	−1	0	+1	+2	−2
$x_{i.12}-x_{.i12}$	+8	+3	−4	−4	−3	

파 넬 O_2

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{.j22}$
1		−1	+1	+1	+2	+3
2	+1		+2	+2	+1	+6
3	+3	−1		+3	+3	+8
4	0	+1	−2		0	−1
5	+3	+1	+2	+2		+8
$x_{i.22}$	+7	0	+3	+8	+6	$x_{..22}=$
$x_{.i22}$	+3	+6	+8	−1	+8	+24
$x_{i.22}-x_{.i22}$	+4	−6	−5	+9	−2	

파 넬 O_3

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{.j32}$
1		+2	+1	+1	+2	+6
2	−1		+1	+1	+1	+2
3	−1	+1		+2	−1	+1
4	−1	−2	0		+2	−1
5	+1	0	−1	+1		+1
$x_{i.32}$	−2	+1	+1	+5	+4	$x_{..32}=$
$x_{.i32}$	+6	+2	+1	−1	+1	+9
$x_{i.32}-x_{.i32}$	−8	−1	0	+6	+3	

파 넬 O_4

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{.j42}$
1		+2	−2	+2	−1	+1
2	+2		−2	−2	+1	−1
3	−1	−1		+2	−1	−1
4	0	0	+1		+1	+2
5	+2	+1	+3	−2		+4
$x_{i.42}$	+3	+2	0	0	0	$x_{..42}=$
$x_{.i42}$	+1	−1	−1	+2	+4	+5
$x_{i.42}-x_{.i42}$	+2	+3	+1	−2	−4	

파 넬 O_5

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{.j52}$
1		+1	−1	−2	−1	−3
2	+1		+1	−1	+1	+2
3	+1	+2		−1	+2	+4
4	+2	−2	+1		+1	+2
5	+1	+3	+1	−1		+4
$x_{i.52}$	+5	+4	+2	−5	+3	$x_{..52}=$
$x_{.i52}$	−3	+2	+4	+2	+4	+9
$x_{i.52}-x_{.i52}$	+8	+2	−2	−7	−1	

第2回 시험파넬合計

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{.j.2}$
1		+3	−2	+1	+1	+3
2	+4		0	0	+4	+8
3	+3	+2		+5	+2	+12
4	+2	−2	−2		+5	+3
5	+8	+6	+6	−1		+19
$x_{i..2}$	+17	+9	+2	+5	+12	$x_{...2}=$
$x_{.i.2}$	+3	+8	+12	+3	+19	+45
$x_{i..2}-x_{.i.2}$	+14	+1	−10	+2	−7	

第4表 第3回 唎酒 結果

파 넬 O_1

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x._{j13}$
1		+1	−2	−1	−1	−3
2	0		−1	−1	−1	−3
3	+1	0		+1	−2	0
4	−1	0	−1		−1	−3
5	+2	+2	+1	+1		+6
$x_{i\cdot 13}$	+2	+3	−3	0	−5	$x_{\cdot\cdot 13}=$
$x_{\cdot i13}$	−3	−3	0	−3	+6	−3
$x_{i\cdot 13}-x_{\cdot i13}$	+5	+6	−3	+3	−11	

파 넬 O_2

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x._{j23}$
1		+1	−3	−1	−1	−4
2	+1		−2	−1	−2	−4
3	+3	+3		+3	−1	+8
4	−1	−1	−2		−1	−5
5	+2	0	+2	+2		+6
$x_{i\cdot 23}$	+5	+3	−5	+3	−5	$x_{\cdot\cdot 23}=$
$x_{\cdot i23}$	−4	−4	+8	−5	+6	+1
$x_{i\cdot 23}-x_{\cdot i23}$	+9	+7	−13	+8	−11	

파 넬 O_3

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x._{j33}$
1		+1	0	0	−1	0
2	−1		+2	0	+1	+2
3	−1	+1		0	+2	+2
4	+2	+1	−1		+1	+3
5	−1	−1	−1	−1		−4
$x_{i\cdot 33}$	−1	+2	0	−1	+3	$x_{\cdot\cdot 33}=$
$x_{\cdot i33}$	0	+2	+2	+3	−4	+3
$x_{\cdot i33}-x_{\cdot i33}$	−1	0	−2	−4	+7	

파 넬 O_4

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x._{j43}$
1		−1	0	−1	+1	−1
2	−1		−2	−1	−1	−5
3	+2	0		−1	+1	+2
4	+1	+1	−2		+2	+2
5	+2	−1	−2	0		−1
$x_{i\cdot 43}$	+4	−1	−6	−3	+3	$x_{\cdot\cdot 43}=$
$x_{\cdot i43}$	−1	−5	+2	+2	−1	−3
$x_{i\cdot 43}-x_{\cdot i43}$	+5	+4	−8	−5	+4	

파 넬 O_5

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x._{j53}$
1		+1	0	−2	+1	0
2	+1		−2	−1	0	−2
3	+2	−1		−1	+2	+2
4	+1	+1	−2		+2	+2
5	−2	−1	−2	+1		−4
$x_{i\cdot 53}$	+2	0	−6	−3	+5	$x_{\cdot\cdot 53}=$
$x_{\cdot i53}$	0	−2	+2	+2	−4	−2
$x_{i\cdot 53}-x_{\cdot i53}$	+2	+2	−8	−5	+9	

第3回 시험파넬合計

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x._{j\cdot 3}$
1		+3	−5	−5	−1	−8
2	0		−5	−4	−3	−12
3	+7	+3		+2	+2	+14
4	+2	+2	−8		+3	−1
5	+3	−1	−2	+3		+3
$x_{i\cdot\cdot 3}$	+12	+7	−20	−4	+1	$x_{\cdot\cdot\cdot 3}=$
$x_{\cdot i\cdot 3}$	−8	−12	+14	−1	+3	−4
$x_{i\cdot\cdot 3}-x_{\cdot i\cdot 3}$	+20	+19	−34	−3	−2	

第5表　1,2,3回의 唎酒結果合計

파 넬 O_1

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j1\cdot}$
1		0	−2	−1	−3	−6
2	0		−4	0	0	−4
3	+4	+2		+1	−2	+5
4	0	+2	−2		+1	+1
5	+5	+5	+3	+2		+15
$x_{i\cdot1\cdot}$	+9	+9	−5	+2	−4	$x_{\cdot\cdot1\cdot}=$
$x_{\cdot i1\cdot}$	−6	−4	+5	+1	+15	+11
$x_{i\cdot1\cdot}-x_{\cdot i1\cdot}$	+15	+13	−10	+1	−19	

파 넬 O_2

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j2\cdot}$
1		−1	−4	−1	−1	−7
2	0		−1	+1	−2	−2
3	+7	+1		+8	+3	+19
4	−4	−2	−3		−2	−11
5	+6	+3	+5	+4		+18
$x_{i\cdot2\cdot}$	+9	+1	−3	+12	−2	$x_{\cdot\cdot2\cdot}=$
$x_{\cdot i2\cdot}$	−7	−2	+19	−11	+18	+17
$x_{i\cdot2\cdot}-x_{\cdot i2\cdot}$	+16	+3	−22	+23	−20	

파 넬 O_3

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j3\cdot}$
1		+2	+1	+4	0	+7
2	−3		+4	+3	+1	+5
3	−1	+4		+3	+2	+8
4	+3	+1	0		+4	+8
5	+1	−1	0	−2		−2
$x_{i\cdot3\cdot}$	0	+6	+5	+8	+7	$x_{\cdot\cdot3\cdot}=$
$x_{\cdot i3\cdot}$	+7	+5	+8	+8	−2	+26
$x_{i\cdot3\cdot}-x_{\cdot i3\cdot}$	−7	+1	−3	0	+9	

파 넬 O_4

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j4\cdot}$
1		+1	−1	−1	−2	−3
2	+1		−5	−4	+1	−7
3	+3	+1		+2	+1	+7
4	0	+3	0		+2	+5
5	+6	+1	+2	−1		+8
$x_{i\cdot4\cdot}$	+10	+6	−4	−4	+2	$x_{\cdot\cdot4\cdot}=$
$x_{\cdot i4\cdot}$	−3	−7	+7	+5	+8	+10
$x_{i\cdot4\cdot}-x_{\cdot i4\cdot}$	+13	+13	−11	−9	−6	

파 넬 O_5

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j5\cdot}$
1		+2	−2	−5	+1	−4
2	+2		−2	−1	+14	+3
3	+3	+3		−1	+5	+10
4	+6	−3	−2		+1	+2
5	+1	+3	+1	−1		+4
$x_{i\cdot5\cdot}$	+12	+5	−5	−8	+11	$x_{\cdot\cdot5\cdot}=$
$x_{\cdot i5\cdot}$	−4	+3	+10	+2	+4	+15
$x_{i\cdot5\cdot}-x_{\cdot i5\cdot}$	+16	+2	−15	−10	+7	

總　合　計

後j \ 先i	1	2	3	4	5	$x_{\cdot j\cdot\cdot}$
1		+4	−8	−4	−5	−13
2	0		−8	−1	+4	−5
3	+16	+11		+13	+9	+49
4	+5	+1	−7		+6	+5
5	+19	+11	+11	+2		+43
$x_{i\cdot\cdot\cdot}$	+40	+27	−12	+10	+14	$x_{\cdot\cdot\cdot\cdot}=$
$x_{\cdot i\cdot\cdot}$	−13	−5	+49	+5	+43	+79
$x_{i\cdot\cdot\cdot}-x_{\cdot i\cdot\cdot}$	+53	+32	−61	+5	−29	

第6表 1,2,3回試驗合計의 分散分析表

要　　因	平　方　和	自　由　度	不 偏 分 散	分　散　比
S_α	56.133	4	14.033	9.945**
$S_{\alpha(o)}$	73.334	16	4.583	3.248**
$S_{\alpha(B)}$	14.067	8	1.758	1.246
$S_{\alpha(o)(B)}$	70.933	32	2.217	1.571*
S_γ	13.30	6	2.217	1.571
S_δ	20.803	1	20.803	14.742**
$S_{\delta(o)}$	2.714	4	0.679	0.481
$S_{\delta(B)}$	14.047	2	7.024	4.978**
$S_{\delta(o)(B)}$	48.633	8	6.079	4.308**
S_e	309.036	219	1.411	
S_T	623.00	300		

* 위험율 5%에서 유의

** 위험율 1%에서 유의

第7表 第1回 시험 分散分析表

要　　因	平　方　和	自　由　度	不 偏 分 散	分　散　比
S_α	24.60	4	6.15	3.461*
$S_{\alpha(o)}$	13.80	16	0.8625	0.485
S_γ	8.80	6	1.4667	0.826
S_δ	14.44	1	14.44	8.127**
$S_{\delta(o)}$	17.76	4	4.44	2.499
S_e	122.60	69	1.7768	
S_T	202.00	100		

第8表 第2回 시험 分散分析表

要　　因	平　方　和	自　由　度	不 偏 分 散	分　散　比
S_α	7.00	4	1.75	1.036
$S_{\alpha(o)}$	47.20	16	2.95	1.746
S_γ	11.90	6	1.9833	1.174
S_δ	20.25	1	20.25	11.987**
$S_{\delta(o)}$	18.10	4	4.525	2.679*
S_e	116.55	69	1.689	
S_T	221.00	100		

3日間씩 總 9日間에 걸쳐 실시 하였다.

(마) 실험결과에 대한 統計的解析

各파넬별로 얻은 採點의 결과를 정리하면 第2, 第3, 第4, 第5表와 같다. 第2~第5表와 式(10)~(20)에 의해서 分散分析表를 作成한 것이 第6表이다. 參考로 每反復回數마다 이를 따로 Scheffé의 1對比較浦變法에 의해 계산한 分散分析表가 第7~9第表이다. 第7~第9表에서 알 수 있듯이 主效果는 反復時마다 유의차가 다르며 第2回의 시험에서는 유의차가 인정되지 않는다. 이는 주로 파넬의 기호척도의 不安定性에 起因하는 것으로써 파넬의 이러한 反復效果를 殘差에서 分離해낸 本手法(Scheffé's method의 第1新法)에 따라 계산한 第6表에서는 主效果가 高度로 有意하다. 同時에 各種反復效果도 高度로 有意差가 認定된다. 이는 앞서 指摘한 바와 같이 每回試驗에서 主效果의 有意差가

第9表　第3回 시험 分散分析表

要　　因	平　方　和	自　由　度	不　偏　分　散	分　散　比
S_α	38.60	4	9.650	7.797**
$S_{\alpha(o)}$	69.20	16	4.325	3.494**
S_γ	5.20	6	0.8667	0.700
S_δ	0.16	1	0.16	0.129
$S_{\delta(o)}$	1.44	4	0.36	0.291
S_e	85.40	69	1.2377	
S_T	200.00	100		

認定되지 않았던 原因이 어디에 있었던가를 밝혀 주는 것으로써 本手法의 有用性을 증명해 주는 하나의 근거이다. 以下 有意差가 認定된 各効果에 대한 推定値間의 有意性 檢定方法에 대해서 檢討한다.

(1) 平均的嗜好度(=主効果) α_i는 式 (1)에 의해 계산한다.(第10表), 신뢰구간을 계산하기 위한 Y_ϕ는 式(21)에 의해

$$Y_{0.05}=3.86\sqrt{\frac{1.411}{2\times5\times5\times3}}=0.374$$

(但 $q_{0.05}(5,219)=3.86$)

$$Y_{0.01}=4.60\sqrt{\frac{1.411}{2\times5\times5\times3}}=0.446$$

(但 $q_{0.01}(5.219)=4.60$)

第10表　平均嗜好度

$$\hat{\alpha}_i=\frac{1}{2tNM}(x_{i}\ldots-x_{\cdot i}\ldots)$$

i	$\hat{\alpha}_i$
1	0.353
2	0.213
3	−0.407
4	0.033
5	−0.193

이를 利用해서 信賴區間을 계산한 결과 有意差가 認定되는 것을 보면 α_1과 α_3,α_5 및 α_2와 α_3의 差는 위험율 1%로써, α_2와 α_5 및 α_3와 α_4의 差는 위험율 5%로써 有意이다.

(2) 嗜好度의 個人差, $\hat{\alpha}_{ie}$은 式 (2)에 의해 계산한다.(第11表), 이때 Y_ϕ는 다음式에 의해 계산한다.

$$Y_\phi=q_\phi\sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{2tM}} \tag{23}$$

따라서 $Y_{0.05}=3.86\sqrt{\frac{1.411}{2\times5\times3}}=0.837$

$$Y_{0.01}=4.60\sqrt{\frac{1.411}{2\times5\times3}}=0.998$$

이를 利用해서 검정한 결과는 α_4에 대해서는 파넬 O_2와 O_4,O_5간에 위험율 1%로 有意差가 있으며 α_5에 대해서는 파넬 O_1과 O_3,O_5간에, 그리고 파넬 O_2와 O_3,O_5간에 5%의 위험율로 有意差가 인정된다. 이는 시료 A_4와 A_5에 對해서는 서로 相異한 嗜好性을 갖는 2개의 集團이 있다고 상상되나 이 Model은 變量模型이 아니라 母數模型이므로 어디까지나 被試驗者 集團에 대해서만 그 결론을 적용해야 한다.[11] 그러나 시료 A_4와 시료 A_5는 現在 國內에서 市場占有率이 가장 높고 또한 各各 安定된 消費集團을 확보하고 있는 점으로 미루어 봐서 전체 消費母集團은 兩製品에 대해 相異한 嗜好性을 갖는 異質集團으로 構成되어 있을 可能性이 있음을 暗示하는 것으로 생각할 수 있다.

第11表　嗜好度의 個人差

$$\hat{\alpha}_{ie}=\frac{1}{2tM}(x_{i\cdot e}\cdot-x_{\cdot ie}\cdot)-\hat{\alpha}_i$$

i \ $\hat{\alpha}_{ie}$	$\hat{\alpha}_{i1}$	$\hat{\alpha}_{i2}$	$\hat{\alpha}_{i3}$	$\hat{\alpha}_{i4}$	$\hat{\alpha}_{i5}$
1	0.147	0.180	−0.586	0.080	0.180
2	0.220	−0.113	−0.180	0.220	−0.146
3	0.074	−0.326	0.307	0.040	−0.093
4	0	0.734	−0.033	−0.333	−0.366
5	−0.440	−0.474	0.493	−0.007	0.426

다만 이점을 分明히 하기위해서는 別途의 기호조사로 확인하지 않으면 안된다.

(3) 嗜好度의 個人別 反復差 $\hat{\alpha}_{iek}$는 式 (4)에 의해 Y_ϕ는 다음式에 의해 계산한다.

$$Y_\phi = q_\phi\sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{2t}} \tag{24}$$

따라서 $Y_{0.01} = 4.12\sqrt{\frac{1.411}{2\times5}} = 1,548$

(但 $q_{0.01}(3,219) = 4.12$)

$Y_{0.05} = 3.31\sqrt{\frac{1.411}{2\times5}} = 1.243$

(但 $q_{0.05}(3,219) = 3.31$)

이에 의해 계산한 결과는($\hat{\alpha}_{iek}$表는 생략) 시료 A_2에 대해서 파넬 O_2가 第2回 반복 시험과 第3回 반복 시험에서 위험율 5%에서 기호도에 유의차를 보였다. 試料別로 個人 기호성에 반복차가 나타나는 것은 파넬側으로 볼 때에는 反復時마다 評價基準의 差異 即 嗜好尺度의 不安定性에 起因하며 試料側에서 볼 때에는 그試料의 香味의 복잡성 내지는 不調和性을 示唆하는 것으로 解釋할 수 있으나 이경우는 파넬 O_2가 他試料에 대해서도 同一한 경향을 보이고 있는 점으로 봐서 파넬의 評價基準의 流動性에 起因하는 것으로 생각된다. 이것은 파넬의 訓練管理上 극히 중요한 情報이다.

(4) 順序効果 역시 高度로 有意하다. 이경우 正의 順序効果가 認定된다. 順序効果는 一般的으로 判斷의 性質이 곤난할 때, 試料間의 差가 근소할 때, 파넬의 경험이 부족할 때 생기기 쉬우며 특히 2개의 시료의 唎味時間間隔에 支配되어 시간간격이 적을 때는 正의 順序効果가 잘 나타난다고 한다.[12-13] 따라서 試料의 唎味時間間隔은 엄격히 규정하여 준수하도록 하는 것이 필요하다.

(5) 順序効果의 反復差 δ_{ek}는 式 (8)에 의해 計算되며(第12表) Y_ϕ는 다음式으로 計算한다.

$$Y_\phi = q_\phi\sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{t(t-1)N}} \tag{25}$$

따라서 $Y_{0.05} = 3.31\sqrt{\frac{1.411}{5\times4\times5}} = 0.393$

(但 $q_{0.05}(3,219) = 3.31$)

$Y_{0.01} = 4.12\sqrt{\frac{1.411}{5\times4\times5}} = 0.489$

(但 $q_{0.01}(3,219) = 4.12$)

이에 의해 계산한 결과는 第3回 反復시험과 第1回試驗間에는 5%의 위험율로 有意差가 있으며 第3回시험과 第2回시험간에는 1%의 위험율로 유의차가 인정된다. 이는 훈련효과가 混入된 결과라고 생각된다.

第12表 順序効果의 反復差

$$\hat{\delta}_k = \frac{1}{t(t-1)N}x_{\cdots k} - \hat{\delta}$$

k	$\hat{\delta}_k$
1	0.117
2	0.187
3	−0.303

(6) 順序効果의 個人別 反復差 $\hat{\delta}_{ek}$는 式 (9)에 의해 계산되며 Y_ϕ의 계산은 다음식에 의한다.

$$Y_\phi = q_\phi\sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{t(t-1)}} \tag{26}$$

이의 계산은 생략하나 결과는 파넬 O_1과 O_2가 각각 反復差가 고도로 유의였다.

考　察

官能에 依한 評價에는 파넬의 머리속에 그려놓은 一定規準에 비추어 판단을 구하는 絕對的 判斷과 相互比較하면서 品質의 優劣과 기호의 정도를 판단하는 相對的 判斷이 있다. 前者는 絕對的 品質水準을 구할 수가 있으나 判斷이 어렵고 正確性에 있어 不安이 뒤따른다. 後者는 絕對的 品質水準을 구할 수는 없으나 比較하는 試料가 存在하므로 판단은 용이하다. Scheffé's method는 후자의 대표적인 手法의 하나이다. 그러나 判斷이란 것은 多次元的인 尺度로 表示되는 品質을 어느 한 一次元의 嗜好尺度*에 投影시켜 얻어지는 것으로서 判斷時에 尺度의 軸을 달리하게 되면 判斷할 때 마다 그 결과가 일정하지 않게되는 현상 즉 파넬의 嗜好에 대한 尺度의 流動現象에 너무큰 영향을 받게 된다. 파넬은 잘 訓練되어 있어야 함은 물론 항상 잘 관리되고 있어야 하나 이것은 극히 어려운 것으로써 만약 관리상태가 불충분할 때는 기대에 어긋나는 결과가 나타난다. 특히 試料間의 品質差가 근소할 경우에 이 경향은 더욱 심하다. 따라서 試料全部의 順序있는 對를 1回判斷하는 시험系列을 1回行하는 것만으로써는 이러한 尺度變化에 따르는 영향때문에 品質差의 檢出이 不可能하게 되기 쉽다. 우리는 앞서든 實驗例에서 充分히 이러한 現象을 認定하였다.

* 예를들면 清酒의 맛은 3次元構成으로 되어 있다.[14] 즉 Body, Clearness 그리고 5元味의 3次元이다. 따라서 3次元의 어느 한 軸에서 다른 軸으로 기울면 嗜好性의 균형은 잃게 되는 결과를 초래한다.

著者가 提案한 本手法은 試料間의 品質差(嗜好差)를 最大限으로 檢出해 낼 수 있다는 점에 있어 于先 그 有用性이 立證된다. 그 다음으로 들 수 있는 本手法의 利用上의 効用은 어느 手法보다도 많은 情報를 一時에 얻을 수 있다는 점이다. 이들 情報, 例를 들면 파넬의 嗜好度의 反復差나 順序効果의 反復差等에 관한 情報를 利用함으므써 本手法은 파넬의 訓練管理의 目的에도 使用할 수 있는 것이다. 나아가서 試料의 品質的인 側面에서 볼 때에 어느 特定試料에 限해서 大部分의 파넬이 기호도의 높은 反復差를 보이고 있다고 하면(파넬은 品質評價의 尺度가 安定되어 있다는 확증이 있을 경우에 限해서)이는 시료의 품질이 복잡내지는 不調和되어 있음을 시사하는 것으로 볼 수 있게 된다. 따라서 이를 利用하여 品質을 改善할 수 있는 것이다.

要　約

(가) Scheffé's method의 浦變法은 파넬이 잘 管理되고 있지 않을 경우 특히 試料間의 品質差가 근소할 때에는 嗜好差의 檢出이 不可能한 경우를 보았다.

(나) 試料間의 品質差의 檢出効果를 높이기 위하여 「反復있는 Scheffé's method의 浦變法」을 考案하여 이를 「Scheffé's method의 第1新法」이라고 略稱키로 했다.

(다) Scheffé's method의 第1新法에 의해 실험한 결과 Scheff's method의 浦變法에 比해 試料間의 品質差의 檢出効果가 一層上昇됨을 실증할 수 있었다.

(라) Scheffé's method의 第1新法은 파넬의 訓練과 管理의 目的等에도 使用할 수 있음을 알 수 있었다.

끝으로 本稿를 校閱해 주신 서울대학교 농과대학장 李春寧博士님과 同大學敎授 李啓瑚博士님께 깊은 感謝를 드리며 始終 실험과 결과정리를 맡아준 河炫八君과 여러 동료들에게 深謝한다.

參考文獻

(1) Guttman, L.: An Approach for quantifying paired Comparisons and Rank Order, Ann. Math. Statist, **17**, 144, (1946)

(2) Scheffé, H.: An analysis of variance for paired comparisons, Jour. Am. Stat. Ass., **47**, 381～400(1952).

(3) Bradley, R.A. et al: Rank Analysis of Incomplete Block Designs I, Biometrika, **39**, 324～345(1952).

(4) Bradley, R.A.: Rank Analysis of Incomplete Block Designs Ⅱ, Biometrika, **41**, 502～537 (1954).

(5) Bradley, R.A.: Rank Analysis of Incomplete Block Designs Ⅲ, Biometrika, **42**, 450～470 (1955).

(6) Bradley, R.A.: Inconplete Block Rank Analysis, Biometrics, **10**, 375～390(1954).

(7) Thurstone, L.L.: Psycho-Physical Analysis. Amm. Jour. of Psychology **38**, 368(1927).

(8) 浦昭二：一對比較實驗の解釋, 品質管理, **16**, 78-80(1959).

(9) 芳賀敏郎：Scheffé方法の變形, 日科技連官能檢査硏究會資料 R—44, (1962).

(10) 中屋澄子：Schefféの對比較法の變法, 第11回官能檢査大會報文集, 日本科學技術連盟(1970)

(11) 北川敏男：實驗計劃法講議(Ⅰ)基礎編, 培風館(1956).

(12) Schwartz, N. et al: Simultaneous vs successive presentation in a paired comparison situation, Food Res., **21**(1), 103(1956).

(13) Mitchell, J.W.: Time-errors in the paired comparison teste preference test, Food Technol., **10**(5), 218(1956).

(14) 佐藤, 嶋田等： 淸酒の味覺に關する硏究(第1報) 因子分析法の適用, 日本釀造協會誌, **62**, 506(1967).