



**2003년 태풍 10호에 의한 북해도  
이다카지방의 사면붕괴에 관한 GIS 예석**

- 飯田智之(T. IIDA) 박사  
(일본, GRI연구소)



# 2003년 태풍10호에 의한 북해도 히다카지방의 사면붕괴에 관한 GIS해석

이이다 도모유키 (재단법인 지역지반환경연구소)  
하야카와 유우이치 (동경대학·대학원)  
오구치 타카시 (동경대학)

2005/9/8

Geo-Research Institute

1

## 목 적

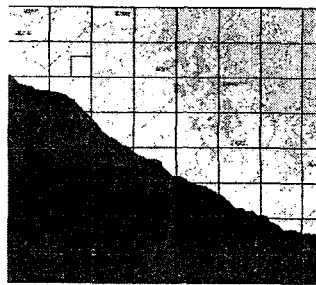
- 호우에 의한 광역사면붕괴 예측에 관한  
평균 경사, 지질, 24시간 강우량의  
랭크별 중요도의 정량화
- 요인(평균경사와 지질)의 조합별  
24시간 한계강우량의 추정

2005/9/8

Geo-Research Institute

2

## 조사 위치도 홋카이도 히다카 지방



2005/9/8

Geo-Research Institute

3

## 해석 정보일람표 GIS software: ArcView 3.3

解析情報	정보媒体	入手先	精度
崩壊位置情報	航空写真	北海道室蘭土木現業所 より借用	
地形情報	10m DEM CD	(株)北海道地図	
地質情報	数值地質図のベクターデータ CD	地質調査総合センター	1/20万「浦河」地質 図と同等
降雨情報	レーダーアメダス 雨量 CD	気象庁	2~3 km 1 時間

2005/9/8

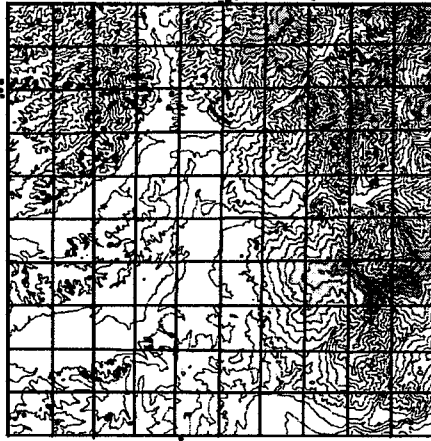
Geo-Research Institute

4

## 분석 범위도(빨간점은 붕괴)

약 1/25000 「太陽」 지형도에 대응

메쉬 간격: 1km 표고콘타간격: 100m



2005/9/8

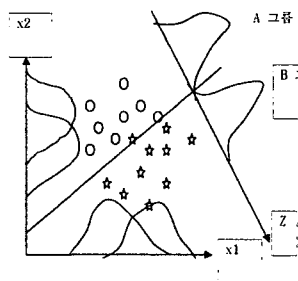
5

## 선형판별 함수에 의한 판별 분석

$$Z = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_mx_m$$

A, B의 2그룹

판별분석개념도



·ST: 전변동

·SB: 군간변동

·Sw: 군내 변동

$$ST = SB + Sw$$

·상관비  $\eta^2 = SB/ST \Rightarrow \max$

$$\frac{\partial \eta^2}{\partial a_j} = 0 \quad (j=1, 2, \dots, m)$$

2005/9/8

Geo-Research Institute

6

## 수량화 II 에 의한 판별 분석

정성적인 요인 (예를 들면 지질등)의 경우나 정량적인 요인(아이템)에서도 선형적인 관계가 기대되지 않을 경우에는 요인을 카테고리 (랭크)분리하여, 각 카테고리 (설명 변수x)의 값으로서, 그 요인에 해당할 경우를 1, 그 이외의 경우를 0으로 하는 더미변수를 이용해서  $a_j$ :요인의 무게(카테고리웨이트)를 구한다.

2005/9/8

Geo-Research Institute

7

## 요인과 카테고리분류

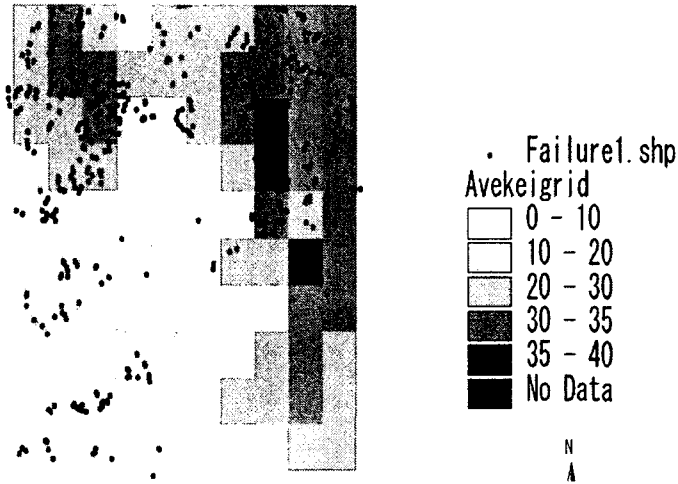
ITEM	CATEGORY RANK
Average slope	~10
	10~20
	20~30
	30~35
	35~ (grad)
Geology	alluvium
	terrace depo.
	Neogene
	Iwashimizu Group
	Hidaka Group
Reinfall	~200
	200~250
	250~300
	300~350
	350~ (mm/24 hours)

2005/9/8

8

# 평균경사 메쉬도 (단위:도)

(빨간원은 붕괴)

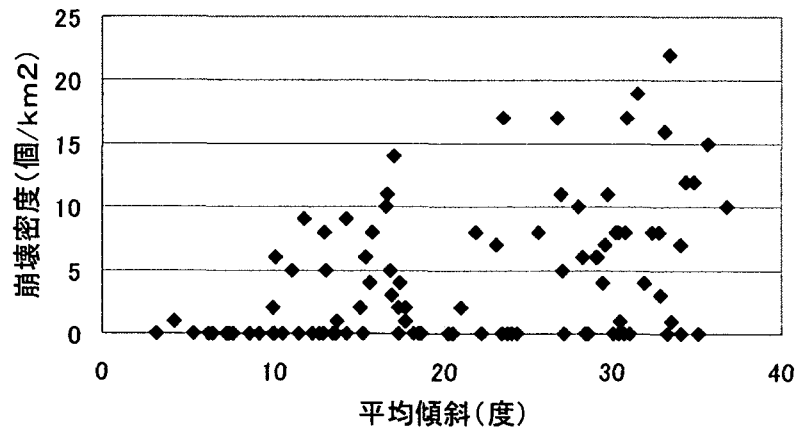


2005/9/8

Geo-Research Institute

9

## 평균 경사와 붕괴밀도의 관계



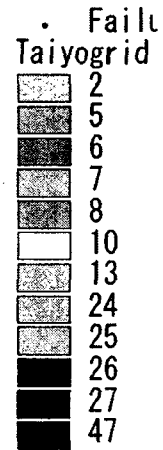
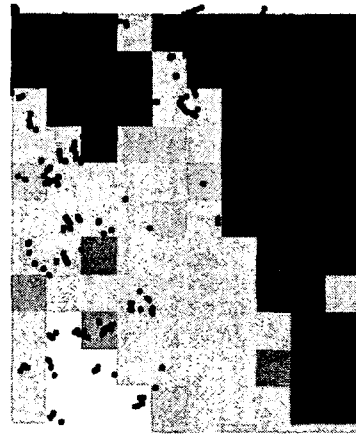
2005/9/8

Geo-Research Institute

10

# 지질 메쉬도

(빨간원은 붕괴)

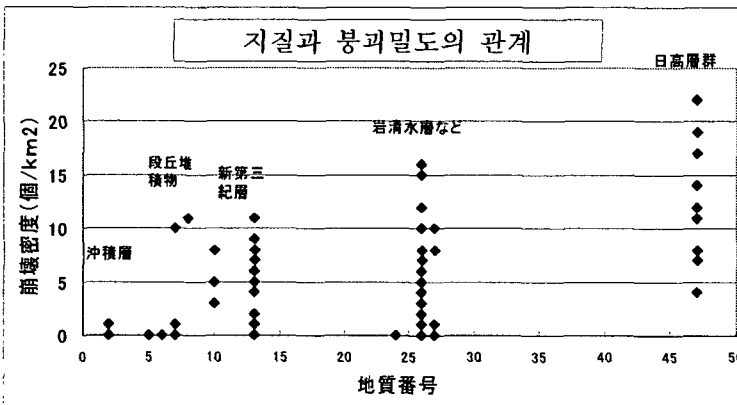


2005/9/8

Geo-Research Institute

11

## 지질과 붕괴밀도의 관계



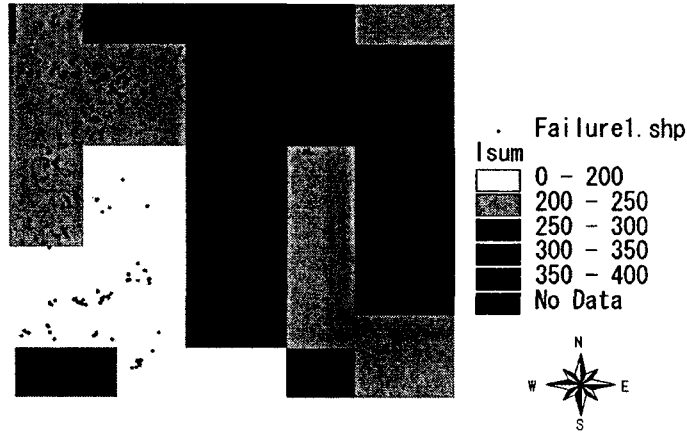
2005/9/8

Geo-Research Institute

12



## 총강우량 메쉬도 (단위: mm) (빨간원은 붕괴)

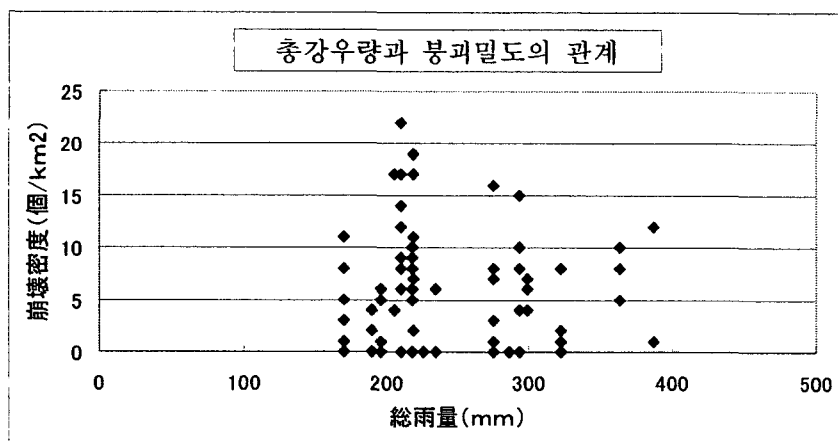


2005/9/8

Geo-Research Institute

13

### 총강우량과 붕괴밀도의 관계



2005/9/8

Geo-Research Institute

14

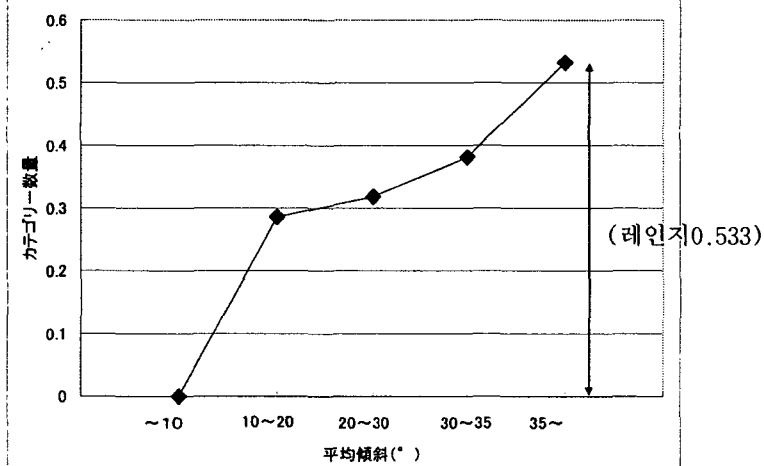
## 판별 분석 결과

ITEM	CATEGORY NAME	CATE. VALDE	RANGE
Average slope	~10	0.0	0.533
	10~20	0.285	
	20~30	0.318	
	30~35	0.381	
	35~(grad)	0.533	
Geology	alluvium	0.0	0.478
	terrace depo.	0.192	
	Neogene	0.212	
	Iwamizawa G.	0.036	
	Hidaka Gr.	0.478	
Rainfall	~200	0.0	0.284
	200~250	-0.009	
	250~300	0.008	
	300~350	0.031	
	350~ (mm/24 hours)	0.275	

2005/9/8

15

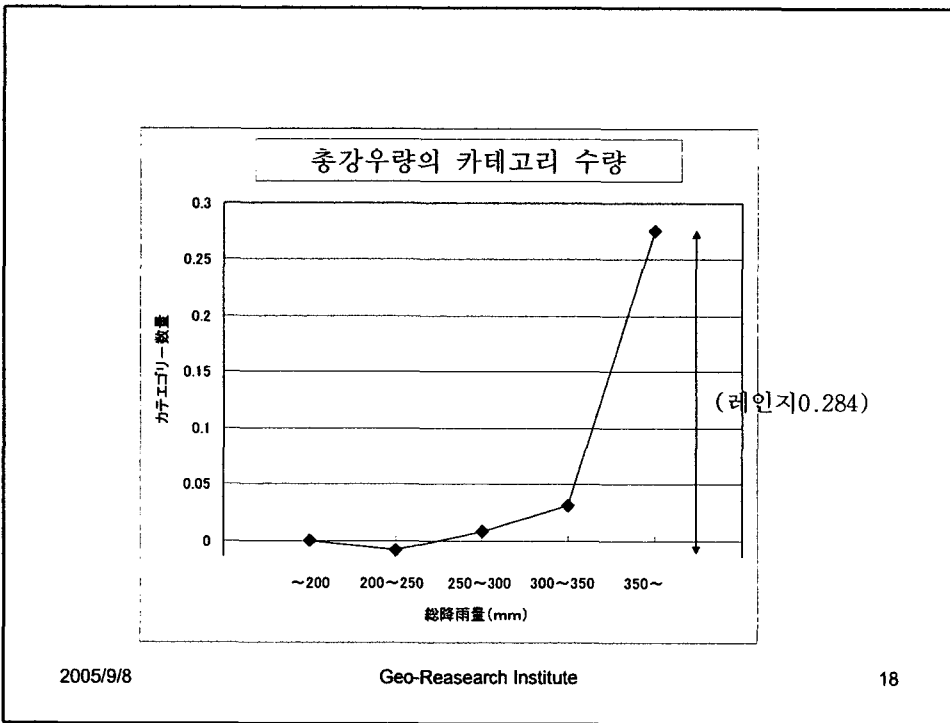
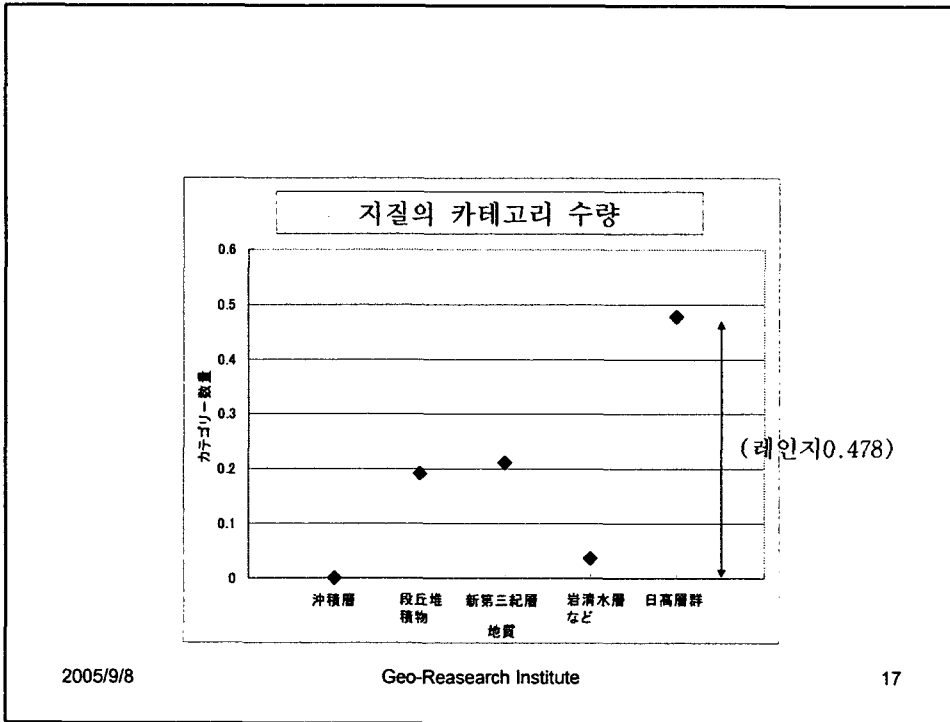
평균경사의 카테고리 수량

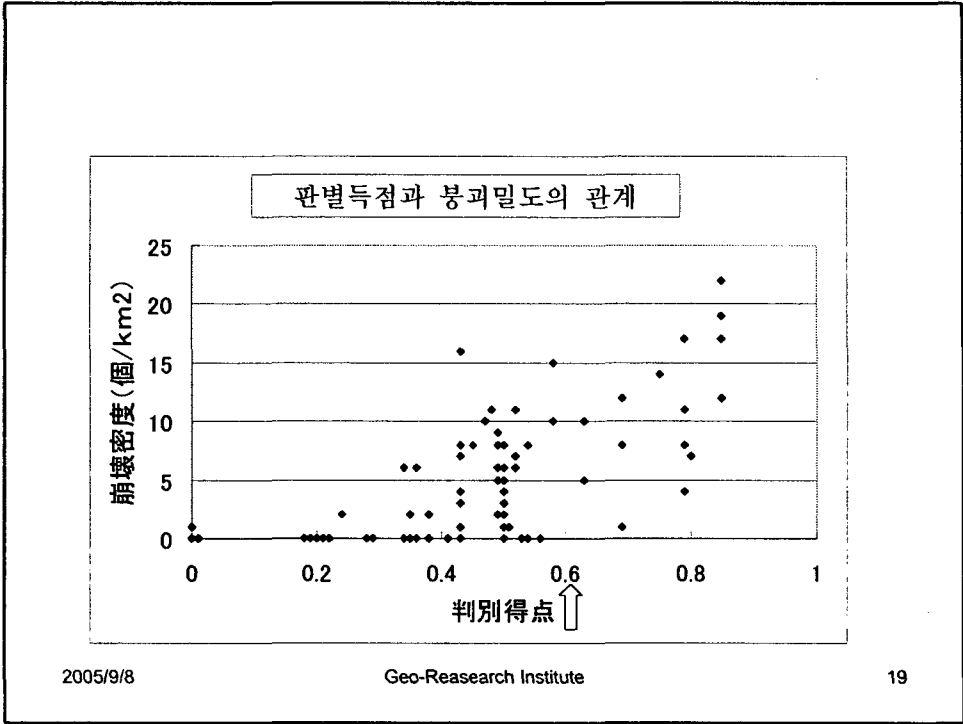


2005/9/8

Geo-Research Institute

16





평균경사와 지질의 합계 득점 매트릭스

		平 均 傾 斜					
		~10°	10~20°	20~30°	30~35°	35° ~	
		0.0	0.285	0.318	0.381	0.533	
地 質	冲積層	0.0	0.0	0.285	0.318	0.381	0.533
	段丘堆積物	0.192	0.192	0.477	0.510	0.573	0.725
	新第三紀	0.212	0.212	0.497	0.530	0.593	0.745
	岩清水層	0.036	0.036	0.321	0.354	0.417	0.569
	日高層群	0.478	0.478	0.763	0.796	0.859	1.011

2005/9/8                      Geo-Research Institute                      20

판별특점을 0.6으로 했을경우에 필요한 총강우량의 득점

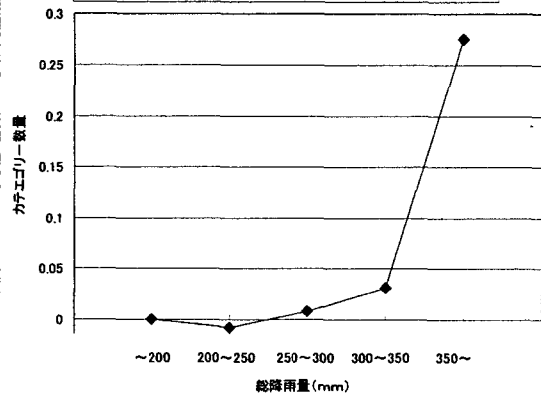
		平 均 傾 斜					
		~10°	10~20°	20~30°	30~35°	35° ~	
		0.0	0.285	0.318	0.381	0.533	
地 質	冲積層	0.0	0.600	0.315	0.282	0.219	0.067
	段丘堆積物	0.192	0.408	0.123	0.090	0.027	-0.125
	新第三紀層	0.212	0.388	0.103	0.070	0.007	-0.145
	岩清水層	0.036	0.564	0.279	0.246	0.183	0.031
	日高層群	0.478	0.122	-0.163	-0.196	-0.259	-0.411

2005/9/8

Geo-Research Institute

21

총강우량의 카테고리 수량



2005/9/8

Geo-Research Institute

22

● 판별 분석

선형 판별 함수  $Z = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_mx_m$  에 의한 판별 분석

- $n_A$ : 그룹 A 의 샘플수
- $n_B$ : 그룹 B 의 샘플수
- $n$ : 전체의 샘플수 ( $= n_A + n_B$ )
- $m$ : 요인수
- $a_j$ : 요인의 무게 (카테고리 weight) ( $j=1, 2, \dots, m$ )
- $x_j$ : 요인의 값 ( $j=1, 2, \dots, m$ )

· 그룹 A 의 판별 함수

$$Z_i(A) = a_1x_{1i}(A) + a_2x_{2i}(A) + a_3x_{3i}(A) + \dots + a_mx_{mi}(A) \quad (i=1, 2, \dots, n_A)$$

·  $Z_{ave}(A)$ : 그룹 A 의 평균

$$Z_{ave}(A) = (Z_1(A) + Z_2(A) + \dots + Z_{n_A}(A)) / n_A$$

· 그룹 B 의 판별 함수

$$Z_i(B) = a_1x_{1i}(B) + a_2x_{2i}(B) + a_3x_{3i}(B) + \dots + a_mx_{mi}(B) \quad (i=1, 2, \dots, n_B)$$

·  $Z_{ave}(B)$ : 그룹 B 의 평균

$$Z_{ave}(B) = (Z_1(B) + Z_2(B) + \dots + Z_{n_B}(B)) / n_B$$

·  $Z_{ave}$ : 전체의 평균

$$Z_{ave} = (Z_1(A) + Z_2(A) + \dots + Z_{n_A}(A) + Z_1(B) + Z_2(B) + \dots + Z_{n_B}(B)) / n$$

따라서

· ST: 전변동 =  $\sum (Z_i(A) - Z_{ave})^2 + \sum (Z_i(B) - Z_{ave})^2$

· SB: 군간 변동 =  $n_A(Z_{ave}(A) - Z_{ave})^2 + n_B(Z_{ave}(B) - Z_{ave})^2$

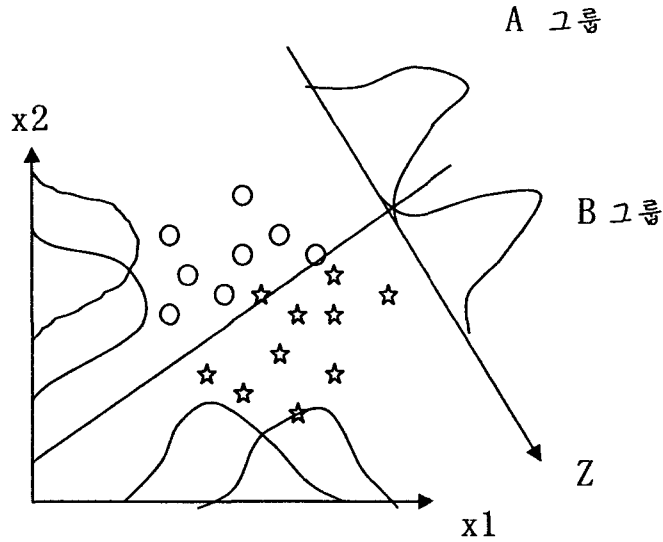
· Sw: 군내 변동 =  $\sum (Z_i(A) - Z_{ave}(A))^2 + \sum (Z_i(B) - Z_{ave}(B))^2$

$$ST = SB + Sw$$

· 상관비  $\eta^2 = SB/ST \longrightarrow \max \therefore \partial \eta^2 / \partial a_j = 0 (j=1, 2, \dots, m)$

선형 판별 함수에 의한 판별 분석에서는, 상관비가 최대가 되게, 계수  $a_1, a_2, a_3, \dots$  을 정한다. 즉,  $\eta^2$  의  $a_1, a_2, a_3, \dots$  관한 편미분을 제로로 한다.

선형판별함수 개념도 (2 요인의 경우)



● 수량화 II류에 의한 판별 분석

정성적인 요인 (예를 들면 지질등)의 경우나 정량적인 요인(아이템)에서도 선형적인 관계가 기대되지 않을 경우에는 요인을 카테고리 (랭크)로 나누어, 각카테고리- (설명 변수 x)의 값으로서, 그 요인에 해당할 경우를 1, 그 이외의 경우를 0으로 하는 더미변수를 이용해

aj:요인의 무게(카테고리-weight)을 구한다.

- 수량화 II류분석표의 예 -

그룹	샘플 번호	지질				경사				...
		충적층	단丘	...	변성岩	~ 30度	30~ 35度	...	45度~	
A 崩塌)	1	0	1	...	0	0	1	...	0	...
	2	1	0	...	0	0	0	...	1	...
	...									
	na	0	0	...	1	0	1	...	0	...
B 非崩塌)	1	1	0	...	0	1	0	...	0	...
	2	1	0	...	0	0	0	...	1	...
	...									
	nb	0	1	...	0	0	1	...	0	...

● 중회귀 분석

중회귀 모델  $Y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_mx_m$  에 의한 회귀 분석

·n: 샘플수

·m: 요인수

외적기준(붕괴 밀도등)의 실측 값  $y$  와 중회귀 모델에 의한 예측 값  $Y$  의 차이의 2 승화가 최소(상관계수가 최대)가 되게, 각요인의 계수(무게) $a_1, \dots$ 를 결정한다.

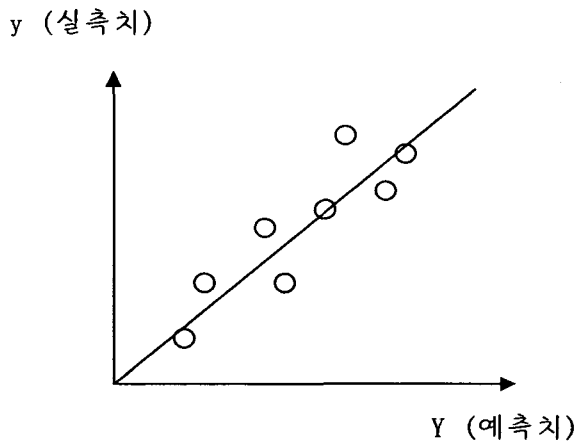
· $Y_i = a_1x_{1i} + a_2x_{2i} + a_3x_{3i} + \dots + a_nx_{ni}$ : 샘플  $i$  의 예측 값

· $y_i$ : 샘플  $i$  의 실측 값

$$Q = \sum (Y_i - y_i)^2 \Rightarrow \min$$

$$\partial Q / \partial a_j = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, m)$$

중회귀 분석 개념도



● 수량화 I 에 의한 중회귀 분석

정성적인 요인 (예를 들면 지질등)의 경우나 정량적인 요인(아이템) 그러나 선형적인 관계가 기대되지 않을 경우에는 요인을 카테고리 (랭크)로 나누고, 각카테고리 (설명 변수  $x$ )의 값으로서, 그 요인에 해당하는 경우를 1, 그 이외의 경우를 0으로 하는 더미변수를 이용한다.

- 수량화 I 분석표의 예 -

サンプル番号	地質				傾斜				...
	沖積層	段丘	...	変成岩	~ 30度	30 ~ 35度	...	45度 ~	
1	0	1	...	0	0	1	...	0	
2	1	0	...	0	0	0	...	1	
...									
...									
n	0	0	...	1	0	1	...	0	...