

第十二章 二要因分散分析

二種類以上の要因について、その相互作用を分析するには要因分散分析を行う。

12.1 二要因分散分析（繰り返しが等しい）

例題 12.1

データ例は、鳥の雌雄別の、それぞれ半分をホルモン処理して測定した血漿中のカルシウム濃度である。

ホルモン無処理		ホルモン処理	
♀	♂	♀	♂
16.3	15.3	38.1	34.0
20.4	17.4	26.2	22.8
12.4	10.9	32.3	27.8
15.8	10.3	35.8	25.0
9.5	6.7	30.2	29.3

データは R や Excel の分析ツールで計算すればよい、Excel で解析した結果は下のようになる。

分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
標本	1386.113	1	1386.113	73.58456761	2.22E-07	4.493998
列	70.3125	1	70.3125	3.732680363	0.071264	4.493998
交互作用	4.9005	1	4.9005	0.260152891	0.616979	4.493998
繰り返し誤差	301.392	16	18.837			
合計	1762.718	19				

標本となっているのはホルモン処理の要因を、列は性別の要因を指しており、ホルモン処理の有無のみ有意差がでた（5%の有意水準で）。

例題 12.2 完備型計画の例

次のデータ例は、イネ 3 品種($V_1 \sim V_3$)を 5 水準のチッソ肥料($N_0 \sim N_4$)で栽培した場合の収量 (t/ha) で、4 反復のデータをとっている。

チッソ水準 (Kg/ha)	収量(t/ha)			
	Rep1	Rep2	Rep3	Rep4
イネ品種6966 (V_1)				
0 N_0	3.852	2.606	3.144	2.894
40 N_1	4.788	4.936	4.562	4.608
70 N_2	4.576	4.454	4.884	3.924
100 N_3	6.034	5.276	5.906	5.652
130 N_4	5.874	5.916	5.984	5.518
イネ品種P1215936 (V_2)				
0 N_0	2.846	3.794	4.108	3.444
40 N_1	4.956	5.128	4.150	4.990
70 N_2	5.928	5.698	5.810	4.308
100 N_3	5.664	5.362	6.458	5.474
130 N_4	5.458	5.546	5.786	5.932
イネ品種Milfor 6 (V_3)				
0 N_0	4.192	3.754	3.738	3.428
40 N_1	5.250	4.582	4.896	4.286
70 N_2	5.822	4.848	5.678	4.932
100 N_3	5.888	5.524	6.042	4.756
130 N_4	5.864	6.264	6.056	5.362

水田や畑を使った実験では、下図の様に地ムラを考慮して反復を設定する。

Rep1	$V_3 N_2$	$V_2 N_1$	$V_1 N_4$	$V_1 N_1$	$V_2 N_3$
	$V_3 N_0$	$V_1 N_3$	$V_3 N_4$	$V_1 N_2$	$V_3 N_3$
	$V_2 N_4$	$V_3 N_1$	$V_2 N_0$	$V_1 N_0$	$V_2 N_2$
Rep2	$V_2 N_3$	$V_3 N_3$	$V_1 N_1$	$V_2 N_0$	$V_2 N_1$
	$V_1 N_3$	$V_3 N_2$	$V_1 N_2$	$V_1 N_4$	$V_2 N_4$
	$V_1 N_0$	$V_3 N_4$	$V_2 N_2$	$V_3 N_1$	$V_3 N_0$
Rep3	$V_1 N_1$	$V_3 N_0$	$V_1 N_0$	$V_3 N_1$	$V_1 N_4$
	$V_2 N_2$	$V_1 N_2$	$V_1 N_3$	$V_2 N_4$	$V_3 N_4$
	$V_2 N_0$	$V_3 N_2$	$V_2 N_1$	$V_2 N_3$	$V_3 N_3$
Rep4	$V_1 N_2$	$V_2 N_2$	$V_2 N_4$	$V_1 N_0$	$V_2 N_0$
	$V_1 N_3$	$V_3 N_1$	$V_1 N_4$	$V_1 N_1$	$V_2 N_3$
	$V_3 N_0$	$V_2 N_1$	$V_3 N_2$	$V_3 N_3$	$V_3 N_4$