

การตรวจสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน ในการทดลองก่อนการวิเคราะห์รวม Testing for Heterogeneity of Experimental Error for Combined Analysis

จันทนา สรสิริ⁽¹⁾ พุดนา รุ่งระวี⁽¹⁾ มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ⁽²⁾
Chantana Sornsiri⁽¹⁾ Puttana Roongravee⁽¹⁾ Manat Pithuncharurnlap⁽²⁾

ABSTRACT

For experiments conducted at several sites or repeated several seasons, the purpose is to obtain information of the interaction of environment and treatment to increase the scope of inference. Before using a combined analysis over sites or seasons the homogeneity of error variance must be examined. In practice, the error variances can be considered homogeneous if the highest error mean square is not three-fold larger than the smallest error mean square where it is referred to as the three-fold procedure. However, the result that obtained by this procedure often differ from that obtained by the Bartlett's test. Therefore, a Cochran's test is considered as an alternative procedure. To investigate the efficiency of the three-fold and the Cochran's procedure, the results of testing the homogeneity of error variance that obtained between the two procedure are compared considering the Bartlett's test as the standard procedure. The 102 sets of data with 3 more than 3 sites from the rice research project of rice variety trials for irrigated area, 1986-93 were used. The results indicated that the Cochran's test gave 87% of the time for getting the same results as Bartlett's test, while the three-fold procedure gave 51% of the time. It was therefore recommended that the Cochran's test was more efficient in testing the homogeneity of error variance than the three-fold procedure.

บทคัดย่อ

งานทดลองที่มีการทำซ้ำในหลายท้องที่หรือในฤดูกาลที่แตกต่างกัน ต้องทำการวิเคราะห์รวมเพื่อทดสอบอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและการตอบสนองของสิ่งทดลอง เป็นการหาข้อสรุปของผลการศึกษาทดลองนั้นๆ อย่างสมบูรณ์ ในการวิเคราะห์รวมมีข้อกำหนดว่าต้องตรวจสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนในการทดลอง (error meansquare) ก่อนในทางปฏิบัติที่ทำกันอยู่ จะทำการตรวจสอบด้วยวิธีพิจารณาค่า โดยจะถือว่าไม่แตกต่างกัน ถ้าค่าสูงสุด

กับต่ำสุดต่างกันไม่เกิน 3 เท่า แต่บ่อยครั้งที่พบว่าได้ผลการตรวจสอบไม่ตรงกับวิธี Bartlett's test ในโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิเคราะห์รวมโดยตรง (โปรแกรม IRRISTAT) จึงได้นำวิธี Cochran's test ซึ่งเป็นวิธีตรวจสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนและใช้วิธีการตรวจสอบแบบ Bartlett's test เป็นวิธีมาตรฐานเปรียบเทียบ โดยใช้ข้อมูลงานวิจัยข้าวโครงการข้าวนาสวนชลประทาน ในปี 2531-2536 จำนวน 102 ชุด แต่ละชุดมี error meansquare ตั้งแต่ 3 ค่าขึ้นไปพบว่าวิธี Cochran's test ให้ผลการตรวจ

(1) กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Planning and Technical Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

(2) ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Faculty of Science, King Mongkut Institute of Technology Ladkrabang

สอบจำนวนชุดข้อมูลที่มีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนในการทดลองได้ ร้อยละ 87 ในขณะที่วิธีการพิจารณาความแตกต่างตรวจสอบได้เพียงร้อยละ 51 สรุปได้ว่าควรจะใช้วิธี Cochran's test ในการตรวจสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนในการทดลองก่อนทำการวิเคราะห์รวมแทนวิธีพิจารณาความแตกต่างในกรณีที่ไม่มีโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิเคราะห์รวมโดยตรง

คำนำ

การวิเคราะห์รวม (combined analysis) เป็นการวิเคราะห์ผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการทดลองซ้ำในหลายห้องที่ หรือในฤดูกาลที่แตกต่างกัน เพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองว่าเหมือนกันหรือไม่ หรือเพื่อต้องการประมาณและเปรียบเทียบอิทธิพลเฉลี่ยของสิ่งทดลองในทุกๆ การทดลองที่มีสิ่งทดลองเป็นชุดเดียวกัน เพื่อชี้ให้เห็นว่าการตอบสนองต่อสิ่งทดลองจะแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อมหรือไม่ นั่นคือหากรรมวิธีที่ดีที่สุดในทุกๆ ที่หรือแนะนำต่างกรรมวิธีสำหรับต่างสถานที่ ในการวิเคราะห์รวมมีข้อกำหนดว่าต้องตรวจสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนในการทดลอง (experimental error) ในชุดที่ต้องการจะทำการวิเคราะห์ก่อน ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองนี้ต้องแตกต่างกันไม่มากนัก (กล่าวคือไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ) เนื่องจากในการวิเคราะห์รวม เมื่อความคลาดเคลื่อนในการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ จะใช้ค่า pooled error meansquare เป็นตัวทดสอบ หากมีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนในการทดลองจะมีผลให้การทดสอบค่า F ไม่ถูกต้อง คือ F จะ significant บ่อยครั้งเกินไป ในการวิเคราะห์รวม เมื่อความคลาดเคลื่อนในการทดลองมีความแตกต่างกัน การทดสอบจำเป็นจะต้องจำแนก ค่า treatment sum of squares และ error sum of squares โดยทั่วไปในทางปฏิบัติกันอยู่ การตรวจสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน ในการทดลองจะใช้หลักการพิจารณาค่า error meansquare โดยถือว่าไม่มีความแตกต่างกันเมื่อค่าสูงสุดกับค่า

ต่ำสุดในชุดที่ตรวจสอบต่างกันไม่เกิน 3 เท่า

ปัจจุบันมีการใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์งานวิจัยกันอย่างแพร่หลาย แต่มีโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อการวิเคราะห์รวมโดยตรงอย่างสมบูรณ์อยู่เพียงโปรแกรมเดียว คือ IRRISTAT ซึ่งใช้วิธี Bartlett's test เป็นวิธีตรวจสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนในการทดลองก่อนทำการวิเคราะห์รวม การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการทดลองโดยวิธีพิจารณาค่าความแตกต่างที่ปฏิบัติกันอยู่นั้น ถึงแม้จะสะดวกและง่ายในทางปฏิบัติแต่ยังมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ เพราะบ่อยครั้งพบว่าให้ผลการตรวจสอบที่ผิดไปจากวิธี Bartlett's test เมื่อใช้โปรแกรมสำเร็จรูป จึงทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการทดลองระหว่างวิธี Cochran's test ซึ่งเป็นวิธีที่คำนวณได้โดยง่ายและสะดวกจากสูตรกับวิธีพิจารณาค่าความแตกต่าง โดยวิธี Bartlett's test เป็นวิธีมาตรฐานเปรียบเทียบ

อุปกรณ์และวิธีการ

นำข้อมูลงานวิจัยข้าวโครงการข้าวนาสวน นาชลประทาน ของปี 2531-2536 จำนวน 102 ชุด มาทำการศึกษาโดยจำแนกเป็นข้อมูลทางด้านเปรียบเทียบผลผลิตข้าวนาสวน นาชลประทาน จำนวน 80 ชุด และข้อมูลงานวิจัยพันธุ์ข้าวอื่นๆ จำนวน 22 ชุด แต่ละชุดมี meansquare error อย่างน้อยตั้งแต่ 3 ค่าขึ้นไป ทำการตรวจสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนในการทดลองแต่ละชุดโดยใช้วิธีต่างๆ 3 วิธีดังนี้

วิธีที่ 1 พิจารณาความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดกับต่ำสุด ถ้าต่างกันไม่เกิน 3 เท่า หมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิธีที่ 2 วิธี Cochran's test โดยการคำนวณจาก

$$\text{สูตร } g = \frac{\max S_i^2}{\sum_{i=1}^k S_i^2}$$

โดยตั้งสมมติฐานหลัก

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 \dots \sigma_k^2$$

กำหนดให้

S_i^2 = ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละค่า

n = จำนวนค่าสังเกตภายในกลุ่ม (ในกรณีที่ชุดข้อมูลมี design, $n = df \text{ meansquare error} + 1$)

k = จำนวนกลุ่มของความแปรปรวน

เปรียบเทียบค่า g ที่คำนวณได้กับค่า F ในตาราง Upper 5 percentage points of the ratio of the largest to the sum of k independent estimates of variance, each of which is based on n observations

วิธีที่ 3 วิธี Bartlett's test โดยใช้โปรแกรม

สำเร็จรูปทางสถิติ คำนวณค่า X^2 จากสูตร

$$X^2 = M/C \text{ ที่ } (a-1) \text{ df}$$

$$M = 2.3026 f (a \log S^2 - \sum \log S_i^2)$$

$$C = 1 + \frac{a+1}{3af}$$

เมื่อ 2.3026 เป็นค่าคงที่ของ log ฐาน 10

a = จำนวนของความแปรปรวนที่ทดสอบ

f = degree of freedom

S_i^2 = ค่าความแปรปรวนแต่ละค่า

S^2 = ค่าความแปรปรวนเฉลี่ย

$$\left[S^{-2} = \frac{\sum_{i=1}^a S_i^2}{a} \right]$$

เปรียบเทียบค่า X^2 ที่คำนวณได้กับค่า X^2 ใน

ตาราง Cumulative Distribution of Chi-square ถ้า X^2 ที่คำนวณได้ < ค่าในตารางหมายความว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ถ้า X^2 ที่คำนวณได้ > X^2 ในตารางหมายความว่าค่าความคลาดเคลื่อนอย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างกันกับค่าอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดลองและวิจารณ์

การตรวจสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนในการทดลองจำนวน 102 ชุด เมื่อใช้วิธีการต่างๆ กัน 3 วิธีได้ผลดังตารางที่ 1

จากตารางการตรวจสอบสรุปผลได้ว่า โดยวิธี Bartlett's test ตรวจพบชุดข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนมีความแตกต่างกันได้ถึงร้อยละ 55 ซึ่งวิธี Cochran's test ได้ร้อยละ 48 และวิธีพิจารณาค่าความแตกต่างได้เพียงร้อยละ 28 เท่านั้น จะเห็นได้ว่าวิธีพิจารณาค่าความแตกต่างมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบต่ำกว่าวิธี Bartlett's test ถึงร้อยละ 27 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีพิจารณาค่าความแตกต่างกับวิธี Cochran's test โดยใช้วิธี Bartlett's test เป็นมาตรฐานพบว่าวิธี Cochran's test ให้ผลการตรวจสอบชุดข้อมูลที่มีความแตกต่างกันได้เหมือนกับวิธีที่ใช้เป็นมาตรฐานถึงร้อยละ 87 ในขณะที่วิธีพิจารณาค่าความแตกต่างได้เหมือนเพียงร้อยละ 51 เท่านั้น จึงกล่าวได้ว่าวิธี Cochran's test จะให้ประสิทธิภาพในการตรวจสอบสูงกว่าวิธีพิจารณาค่าความแตกต่าง ดังนั้นในการวิเคราะห์รวมกรณีที่ไม่มีโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อการวิเคราะห์รวมโดยตรง (IRRISTAT) ควรใช้วิธี Cochran's test ทำการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการทดลองก่อน ทั้งนี้เพื่อลดความผิดพลาดในการสรุปผลการวิเคราะห์รวม

Table 1. Results of testing of experimental error.

Method	Testing result		(No. of data)	
	Different	(%)	Not-different	(%)
1. Three fold procedure	29	(28)	73	(72)
2. Cochran's test	49	(48)	53	(52)
3. Bartlett's test	56	(55)	46	(45)

F-Distribution

Upper 5 percentage points of the ratio of the largest to the sum of k independent estimates of variance, each of which is based on n observations

k	n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	17	37	145	∞
2		0.9985	0.9750	0.9392	0.9057	0.8772	0.8534	0.8332	0.8159	0.8010	0.7880	0.7341	0.6602	0.5813	0.5000
3		0.9669	0.8709	0.7977	0.7457	0.7071	0.6771	0.6530	0.6333	0.6167	0.6025	0.5466	0.4748	0.4031	0.3333
4		0.9065	0.7679	0.6841	0.6287	0.5895	0.5598	0.5365	0.5175	0.5017	0.4884	0.4366	0.3720	0.3093	0.2500
5		0.8412	0.6838	0.5981	0.5441	0.5065	0.4783	0.4564	0.4387	0.4241	0.4118	0.3645	0.3066	0.2513	0.2000
6		0.7808	0.6161	0.5321	0.4803	0.4447	0.4184	0.3980	0.3817	0.3682	0.3568	0.3135	0.2612	0.2119	0.1667
7		0.7271	0.5612	0.4800	0.4307	0.3974	0.3726	0.3535	0.3384	0.3259	0.3154	0.2756	0.2278	0.1833	0.1429
8		0.6798	0.5157	0.4377	0.3910	0.3595	0.3362	0.3185	0.3043	0.2926	0.2829	0.2462	0.2022	0.1616	0.1250
9		0.6385	0.4775	0.4027	0.3584	0.3286	0.3067	0.2901	0.2768	0.2659	0.2568	0.2226	0.1820	0.1446	0.1111
10		0.6020	0.4450	0.3733	0.3311	0.3029	0.2823	0.2666	0.2541	0.2439	0.2353	0.2032	0.1655	0.1308	0.1000
12		0.5410	0.3924	0.3264	0.2880	0.2624	0.2439	0.2299	0.2187	0.2098	0.2020	0.1737	0.1403	0.1100	0.0833
15		0.4709	0.3346	0.2758	0.2419	0.2195	0.2034	0.1911	0.1815	0.1736	0.1671	0.1429	0.1144	0.0889	0.0667
20		0.3894	0.2705	0.2205	0.1921	0.1735	0.1602	0.1501	0.1422	0.1357	0.1303	0.1108	0.0879	0.0675	0.0500
24		0.3434	0.2354	0.1907	0.1656	0.1493	0.1374	0.1286	0.1216	0.1160	0.1113	0.0942	0.0743	0.0567	0.0417
30		0.2929	0.1980	0.1593	0.1377	0.1237	0.1137	0.1061	0.1002	0.0958	0.0921	0.0771	0.0604	0.0457	0.0333
40		0.2370	0.1576	0.1259	0.1082	0.0968	0.0887	0.0827	0.0780	0.0745	0.0713	0.0595	0.0462	0.0347	0.0250
60		0.1737	0.1131	0.0895	0.0765	0.0682	0.0623	0.0583	0.0552	0.0520	0.0497	0.0411	0.0316	0.0234	0.0167
120		0.0998	0.0632	0.0497	0.0149	0.0371	0.0337	0.0312	0.0292	0.0279	0.0266	0.0218	0.0165	0.0120	0.0083
∞		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

สรุปผลการทดลอง

การตรวจสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนในการทดลองก่อนทำการวิเคราะห์รวมกรณีที่ไม่ใช่โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อการวิเคราะห์รวม ควรใช้วิธี Cochran's test ที่คำนวณจากสูตรแทนวิธีพิจารณาค่าความแตกต่าง ทั้งนี้เพื่อลดความผิดพลาดในการสรุปผลการวิเคราะห์รวม

เอกสารอ้างอิง

Bayer 2nd ed. 1974 Handbook of Tables for Probability and Statistics. p. 325-327.
 Kwanchai A Gomez and Arturo A. Gomez 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research 2nd ed. John Wiley & Sons Inc. New York, 680 p.