บทที่ 4

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการสำรวจ 2 และ 3 รอบติดต่อกันในแบบ P.R.

4.1 เหตุใดจึงจำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบผลของประสิทธิภาพ

เพื่อให้เห็นข้อแตกต่างได้เด่นชัดระหว่างประสิทธิภาพของการสำรวจแบบ P.R. ในกรณี 2 และ 3 รอบ ซึ่งจะได้เป็นแนวทางในการกำหนดการตัดสินใจเลือกใช้ในแบบใดแบบหนึ่งได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ อาทิเช่นในบางครั้งแบบแผนหนึ่งอาจให้ประสิทธิภาพสูงกว่าอีกแบบแผนหนึ่ง แต่เมื่อมาคำนึงถึงความสดวกต่าง ๆ คือ ในด้านค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าก็ดี, ด้านการไม่ได้รับความร่วมมือก็ดี, ความยุ่งยากในการคำนวนทางคณิตศาสตร์ก็ดี หรือ ความยาวนานของระยะเวลาก็ดี เป็นต้น หากปรากฏว่าผลสุทธิไม่คุ้มกันแล้ว เราก็อาจพิจารณาเลือกใช้แบบแผนที่มีประสิทธิภาพที่น้อยกว่าก็ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเปรียบเทียบผลของประสิทธิภาพดังกล่าว

4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแบบแผน 2 และ 3 รอบติดต่อกัน

ก) การเปรียบเทียบจากสูตร Variance ของ P.R. โดยตรงทั้งการสำรวจ 2 และ 3 รอบ

จากสมการ (3.5.3) $V(\bar{X}_2) = \frac{S^2}{n}\left\{\frac{1-M\rho^2}{1-M^2\rho^2}\right\}$

จากสมการ (3.11.2) $V(\bar{X}_3) = \frac{S^2}{n}\left[\frac{1+M\rho^2(2M\rho-M-2}{1+M^2\rho^2(2M\rho-3)}\right]$

$$\frac{V(\bar{X}_2)}{V(\bar{X}_3)} = \frac{S^2}{n}\left\{\frac{1-M\rho^2}{1-M^2\rho^2}\right\} \Big/ \frac{S^2}{n}\left[\frac{1+M\rho^2(2M\rho-M-2}{1+M^2\rho^2(2M\rho-3)}\right]$$

$$= \frac{(1-M\rho^2)\left\{1+M^2\rho^2(2M\rho-3)\right\}}{(1-M^2\rho^2)\left\{1+M\rho^2(2M\rho-M-2\right\}} \qquad (4.2.1)$$

เนื่องจากว่า $0 < M < 1$ และ $0 < \rho \leq 1$ เมื่อแทนค่าใดที่เป็นเศษส่วนบวกสำหรับค่า M และ ρ แล้ว $\frac{V(\bar{X}_2)}{V(\bar{X}_3)} \geq 1$ เสมอ ดังได้แสดงให้เห็นในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การแสดงค่า $\frac{V(\bar{X}_2)}{V(\bar{X}_3)}$ ในอัตราส่วนค่าของ M ต่าง ๆ กัน

ρ	$V(\bar{X}_2) / V(\bar{X}_3) \geq 1$		
	$M = \frac{1}{10}$	$M = \frac{1}{2}$	$M = \frac{9}{10}$
0.1	1.00	1.00	1.00
0.2	1.00	1.01	1.00
0.3	1.01	1.02	1.01
0.4	1.01	1.03	1.01
0.5	1.02	1.05	1.02
0.6	1.03	1.07	1.02
0.7	1.04	1.11	1.04
0.8	1.05	1.15	1.06
0.9	1.07	1.22	1.11
1.0	1.09	1.33	1.47

จากตารางที่ 6 จะสังเกตได้ว่า :

1) เมื่อค่า M หรืออัตราการเลือกตัวอย่างใหม่ $\frac{1}{10}$ หรือมีค่าใกล้ 0 และกำหนดค่า ρ (Correlation Coefficient) ให้อยู่ในอันตรภาค $0.1 \leq \rho \leq 1.0$ ค่า $V(\bar{X}_2) / V(\bar{X}_3) \geq 1$ ยิ่งเมื่อ ρ มีค่าสูงขึ้น ค่า $V(\bar{X}_2) / V(\bar{X}_3)$ จะสูงขึ้นตาม ซึ่งเป็นข้อชี้อย่างหนึ่งให้เห็นว่า การใช้แบบแผน P.R. ในกรณี 3 รอบนั้นย่อมมีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่ากรณี 2 รอบ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือมี Variance ที่เล็กกว่า

2) เมื่อ $M = \frac{1}{2}$ ซึ่งเป็นการใช้หน่วยตัวอย่างใหม่ครั้งหนึ่งและใช้หน่วยตัวอย่างเก่าอีกครั้งหนึ่ง $V(\bar{X}_2) / V(\bar{X}_3) > 1$ และให้ประสิทธิภาพดีกว่าเมื่อ $M = \frac{1}{10}$ หรือ $\frac{9}{10}$

3) ในทำนองเดียวกันเมื่อ $M = \frac{9}{10}$ ซึ่งมีค่าใกล้หนึ่ง $V(\bar{X}_2) / V(\bar{X}_3) > 1$

จึงสรุปได้ว่าเมื่อ $0 < M < 1$ และ $0 < \rho \leq 1$ แล้ว $V(\bar{X}_2) / V(\bar{X}_3) > 1$ เสมอ ซึ่งเป็นจริงดังได้แสดงให้เห็นในตารางบางส่วน คือกรณี ---------- ที่ใกล้ศูนย์และใกล้หนึ่ง และระหว่างกึ่งกลาง เป็นต้น จึงพอจะอนุมานได้ว่าจากแนวโน้มในตารางดังกล่าวประสิทธิภาพของ 3 รอบย่อมเหนือกว่า 2 รอบ แต่ในกรณีนี้เรายังไม่ทราบว่าระดับ ----------ที่เหนือกว่ามีมากขนาดไหน ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป เพื่อนำไปสู่ข้อยุติการตัดสินใจในการเลือกใช้แบบแผนการสำรวจแบบ P.R. ได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ต่อไป

ข) <u>การเปรียบเทียบ Percent Gain in Efficiency ระหว่างแบบแผน P.R. ที่มีต่อ No.R.U. หรือ C.R. ของการสำรวจ 2 และ 3 รอบติดต่อกัน</u>

การเปรียบเทียบ PGE ในหัวข้อนี้นั้น เพื่อที่จะได้พิจารณาเห็นถึงข้อแตกต่างของ Gain ที่ได้รับในแต่ละกรณีอย่างชัดเจน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาการกำหนดเลือกใช้แบบแผนที่เหมาะสมถูกต้องตามหลักวิชาการและวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เพราะจากตารางที่ 7 จะแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มความเป็นไประหว่างแบบแผนทั้ง 2 ดังกล่าว ซึ่งอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 2 และ 4 ประกอบกันขึ้นเป็นตารางที่ 7 โดยยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นประโยชน์เกี่ยวข้องมาเปรียบเทียบ คืออัตรา $(1-M)$ หรือส่วนที่ใช้หน่วยตัวอย่างซ้ำที่สามารถจะให้ Gain สูง และในทางปฏิบัติใช้เสมอ นั่นคือ เมื่อ $(1-M) = \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ ตามลำดับ ทั้งนี้นอกจากจะให้ Gain สูงแล้ว ยังสามารถจะลดการไปให้ความร่วมมือได้อีกประการหนึ่ง ดังได้แสดงค่าซึ่งคำนวนได้จากแต่ละแบบแผนตามค่า $.1 \leq \rho \leq 1$ และผลต่างของทั้ง 2 แบบแผนในตารางที่ 7 ต่อไปนี้ :

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบ PGE และผลต่างระหว่างการสำรวจ 2 และ 3 ครั้งติดต่อกัน

ρ	% Gain in Efficiency with $(1-\mu)$ Matched portion								
	$(1-\mu) = 1/2$			$(1-\mu)=1/3$			$(1-\mu) =1/4$		
	2 Occ.	3 Occ.	Difference	2 Occ.	3 Occ.	Difference	2 Occ.	3 Occ.	Difference
0.1	0.3	0.5	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2
0.2	1.0	1.9	0.9	0.9	1.6	0.7	0.8	1.4	0.6
0.3	2.4	4.3	1.9	2.1	3.7	1.6	1.8	3.1	1.3
0.4	4.4	7.7	3.3	4.0	6.8	2.8	3.4	5.7	2.3
0.5	7.1	12.5	5.4	6.7	11.1	4.4	5.8	9.4	3.6
0.6	11.0	19.2	8.2	10.5	17.4	6.9	9.3	14.8	5.5
0.7	16.2	28.5	12.3	16.2	26.8	10.6	14.5	23.3	8.8
0.8	23.5	42.1	18.6	24.8	41.8	17.0	23.1	37.5	14.4
0.9	34.0	63.3	29.3	39.1	69.2	30.1	38.7	66.0	27.3
0.95	41.1	78.8	37.7	50.6	93.3	42.7	52.4	94.3	41.9
1.0	50.0	100.0	50.0	66.7	133.3	66.6	75.0	150.0	75.0

จากตารางที่ 7 นี้เราจะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ :

ส่วนที่หนึ่ง เมื่อค่าของ ρ อยู่ในอันตรภาค $0.1 \leq \rho \leq 0.5$ จะเห็นว่าค่าของ ρ ในอันตรภาคดังกล่าวแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งการนำเอาแบบแผน P.R. มาใช้ในการทำสำรวจซ้ำมากกว่า 1 ครั้งขึ้นไป นั้น PGE ที่ได้รับไม่สูงนัก คืออยู่ในระหว่างอันตรภาค 1-10 เปอร์เซนต์ ไม่ว่าจะอยู่ในอัตราการใช้ $(1-\mu)$ ใดหรือกรณี 2 และ 3 รอบก็ตาม อย่างไรก็ดีก็ยังดีกว่าการใช้แบบแผน NO.R.U. หรือ C.R.

ส่วนที่สอง เมื่อค่าของ ρ อยู่ในระหว่างอันตรภาค $0.6 \leq \rho \leq 0.95$ ปรากฏว่าเมื่อค่า ρ สูงขึ้น Gain ที่ได้จะสูงตามไปด้วย

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบ ——— ระหว่าง PGE เมื่อ Correlation Coefficient

$0.6 \leq \rho \leq 0.95$

เมื่อ $(1-\mathcal{M}) = \frac{1}{2}$

	$0.6 \leq \rho \leq 0.8$	$0.9 \leq \rho \leq 0.95$	
PGE ที่ได้ในกรณีการสำรวจ 2 รอบติดต่อกัน	10-24	34-40	%
PGE " 3 "	20-42	63-79	"
PGE ที่ได้จากผลต่างระหว่าง 3 และ 2 รอบ	8-20	30-38	"

เมื่อ $(1-\mathcal{M}) = \frac{1}{3}$

PGE ที่ได้ในกรณีการสำรวจ 2 รอบติดต่อกัน	10-25	39-50	"
PGE " 3 "	18-42	69-93	"
PGE ที่ได้จากผลต่างระหว่าง 3 และ 2 รอบ	7-17	30-42	"

เมื่อ $(1-\mathcal{M}) = \frac{1}{4}$

PGE ที่ได้ในกรณีการสำรวจ 2 รอบติดต่อกัน	10-23	39-52	"
PGE " 3 "	15-38	66-94	"
PGE ที่ได้จากผลต่างระหว่าง 3 และ 2 รอบ	6-14	27-42	"

4.3 หลักเกณฑ์การพิจารณาเลือกใช้ค่าอัตรา $(1-\mathcal{M})$

ปัจจัย (Factors) ที่สำคัญต้องนำมาประกอบการพิจารณาได้แก่ :

1. ต้องให้ได้ PGE สูงสุด
2. ต้องเสียต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด
3. การไม่ให้ความร่วมมือน้อยที่สุด
4. ระยะเวลาสั้นที่สุด

ซึ่งถ้าอัตราส่วนใดสามารถให้ผลตามปัจจัยที่กำหนดไว้ได้ใกล้เคียงที่สุด อัตราส่วนนั้นจะเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมแก่การนำมาปฏิบัติ

ข้อสังเกต

ก) ถ้า ρ มีค่า 0.6-0.8 เห็นควรที่จะใช้ $(1-\mathcal{M}) = \frac{1}{2}$ ไม่ว่าจะเป็นแบบ 2 หรือ 3 รอบก็ตามเพราะเหตุว่าให้ค่า PGE สูงกว่าดังแสดงในตารางที่ 8 เปรียบเทียบประกอบ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในด้านการทำแผนที่แสดงที่ตั้งอาณาเขตของหน่วยตัวอย่างที่จะเลือกใหม่เพิ่มขึ้นแล้ว ยังสามารถย่นย่อเวลาลงได้ แม้นจะมีการไม่ให้ความร่วมมือมากกว่าบางในส่วนที่ใช้หน่วยตัวอย่างเดิมมากกว่า แต่เมื่อคำนึงถึงผลรวมแล้วก็ยังคุ้มค่าที่จะใช้อัตราส่วน $(1-\mathcal{M}) = \frac{1}{2}$ อยู่นั่นเอง

ข) ในกรณีตรงข้าม เมื่อ ρ มีค่าตั้งแต่ 0.9 ขึ้นไป ควรที่จะใช้อัตราส่วน $(1-\mathcal{M}) = \frac{1}{3}$ เพราะสามารถให้ค่า Gain in Efficiency ที่สูงกว่ากรณี $(1-\mathcal{M}) = \frac{1}{2}$ ไม่ว่าจะเป็นแบบ 2 หรือ 3 รอบก็ตาม นอกจากนี้แล้วยังสามารถลดการไม่ให้ความร่วมมือลง เนื่องจากใช้หน่วยตัวอย่างเดิมน้อยลง แต่ก็ต้องไปเพิ่มด้านค่าใช้จ่ายเพราะไปเพิ่มหน่วยตัวอย่างที่เลือกขึ้นใหม่มากขึ้น อันได้แก่ค่าทำแผนที่แสดงที่ตั้งอาณาเขตของหน่วยตัวอย่างใหม่ เป็นต้น