

บทที่ 4

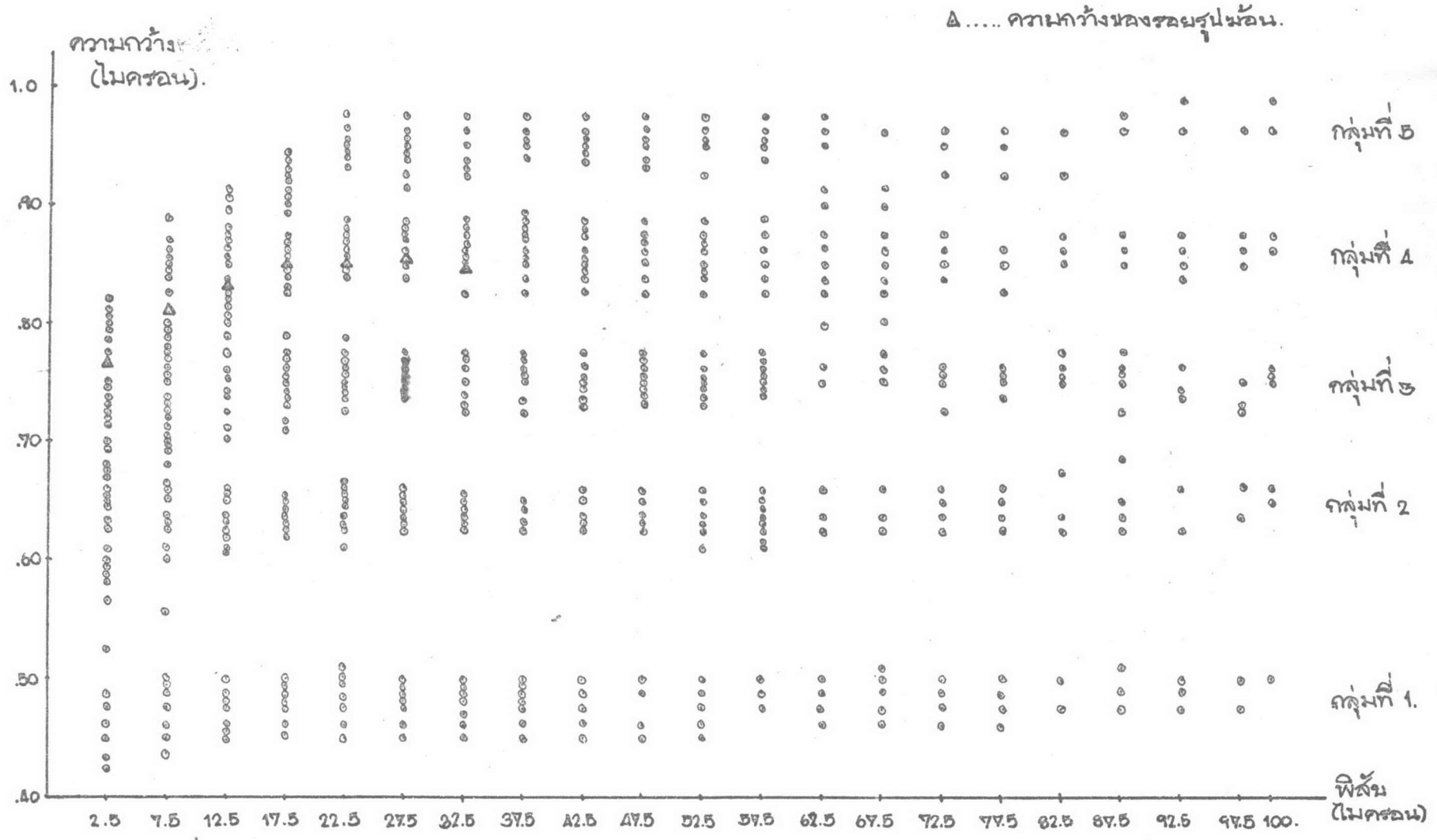
รายการวิเคราะห์และผล

ตารางที่ 4-1 แสดงจำนวนรอยที่ใช้ในการวิเคราะห์ จำแนกตามชนิดของอิมัลชัน และความกว้างของรอย

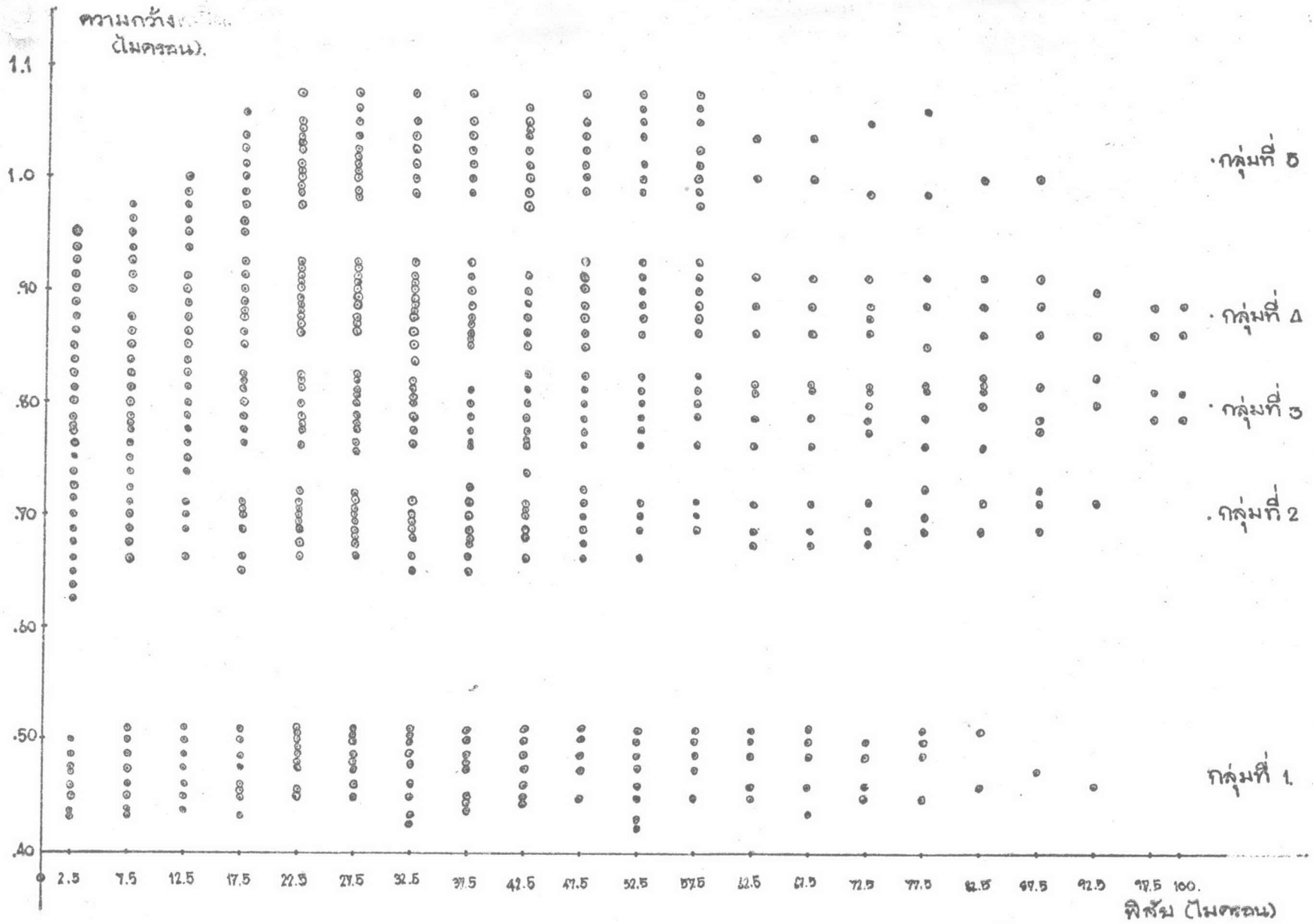
ชนิดอิมัลชัน	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	รวม
เค 5	29	20	35	61	22	167
เค 2	23	23	26	56	26	154
จี 5	72	75	147	196	60	550
รวม	124	118	208	313	108	871

ตารางที่ 4-2 แสดงจำนวนรอยของอนุภาคอัลฟาจากแร่กัมมันตภาพรังสีธอเรียม ในอิมัลชันทั้งสามชุด

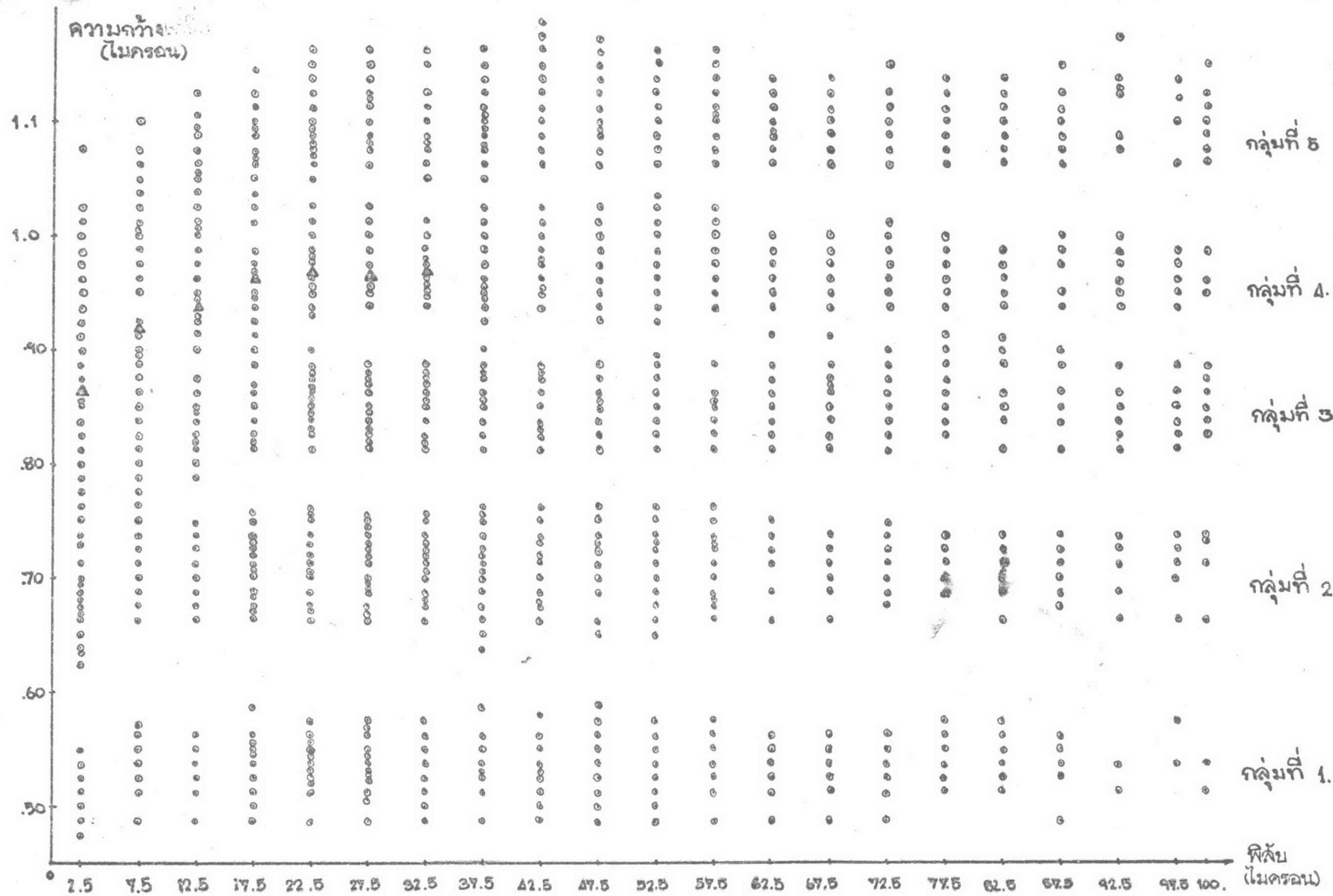
ชนิดอิมัลชัน	จำนวนรอย
เค 5	39
เค 2	33
จี 5	79



รูปที่ 4-1 กราฟแสดงความกว้างของรอยและพิสัยในอิมัลชัน เค 5



รูปที่ 4-2 กราฟแสดง ความกว้างของรอยและพิสัยในอิมัลชัน เท 2



รูปที่ 4-3 กราฟแสดงความกว้างของรอยแล:พิสัยในอิมัลชัน ซี 5

Δความกว้างของรอยรูปแผ่น.

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าความกว้างเฉลี่ยของรอยและพิสัยทั้ง 5 กลุ่ม ในอิมิตชัน เค 5

พิสัย (ไมครอน)	ความกว้างเฉลี่ยของรอยเป็นไมครอน				
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
2.5	0.46±0.01	0.59±0.02	0.66±0.02	0.73±0.02	0.79±0.02
7.5	0.48±0.02	0.62±0.02	0.70±0.02	0.77±0.02	0.83±0.03
12.5	0.48±0.02	0.64±0.01	0.74±0.02	0.79±0.03	0.87±0.03
17.5	0.48±0.02	0.64±0.01	0.75±0.01	0.85±0.02	0.91±0.03
22.5	0.48±0.01	0.64±0.03	0.75±0.02	0.86±0.02	0.94±0.02
27.5	0.48±0.01	0.64±0.01	0.75±0.01	0.85±0.01	0.95±0.02
32.5	0.48±0.01	0.64±0.01	0.75±0.01	0.86±0.01	0.96±0.01
37.5	0.48±0.02	0.64±0.01	0.75±0.01	0.86±0.01	0.96±0.01
42.5	0.48±0.01	0.64±0.01	0.75±0.01	0.86±0.01	0.96±0.01
47.5	0.48±0.02	0.64±0.01	0.75±0.01	0.86±0.01	0.96±0.01
52.5	0.48±0.02	0.64±0.01	0.75±0.01	0.86±0.01	0.96±0.01
57.5	0.48±0.01	0.64±0.02	0.75±0.01	0.86±0.01	0.96±0.01
62.5	0.49±0.01	0.64±0.01	0.76±0.02	0.86±0.01	0.95±0.02
67.5	0.49±0.03	0.64±0.01	0.76±0.01	0.85±0.02	0.95±0.02
72.5	0.49±0.01	0.64±0.01	0.75±0.01	0.86±0.01	0.95±0.01
77.5	0.49±0.01	0.64±0.01	0.76±0.01	0.85±0.01	0.95±0.01
82.5	0.48±0.01	0.64±0.02	0.76±0.01	0.86±0.01	0.95±0.02
87.5	0.49±0.03	0.64±0.03	0.76±0.01	0.86±0.01	0.97±0.01
92.5	0.49±0.01	0.64±0.02	0.75±0.01	0.86±0.01	0.97±0.01
97.5	0.49±0.01	0.64±0.01	0.73±0.01	0.86±0.01	0.96±0.00
100.0	0.50±0.00	0.66±0.01	0.76±0.01	0.86±0.01	0.97±0.01
ค่าเฉลี่ย	0.49±0.02	0.64±0.01	0.75±0.01	0.86±0.01	0.96±0.01

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในช่องสุดท้ายของกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 เฉลี่ยทั้งแกพิสัย
7.5, 12.5, 17.5, 22.5 และ 27.5 ไมครอน เป็นต้นไป

ตารางที่ 4-4 แสดงค่าความกว้างเฉลี่ยของรอยและพิสัยทั้ง 5 กลุ่ม ในอิมัลชัน เค 2

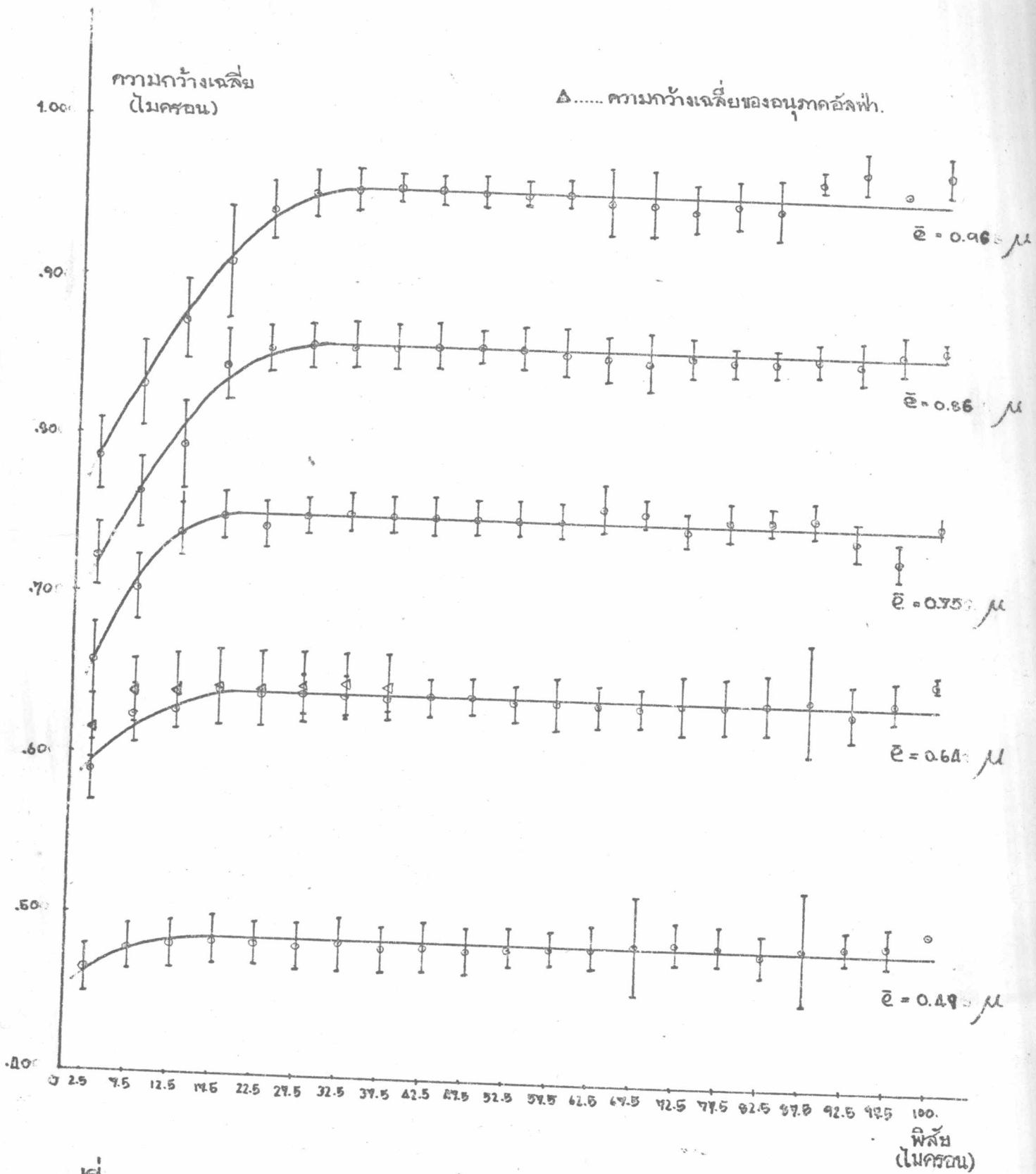
พิสัย (ไมครอน)	ความกว้างเฉลี่ยของรอยเป็นไมครอน				
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
2.5	0.47±0.02	0.66±0.02	0.73±0.03	0.80±0.02	0.90±0.03
7.5	0.48±0.04	0.69±0.02	0.76±0.02	0.83±0.02	0.93±0.02
12.5	0.48±0.04	0.69±0.02	0.79±0.02	0.86±0.02	0.96±0.02
17.5	0.48±0.03	0.69±0.02	0.79±0.02	0.88±0.02	0.99±0.03
22.5	0.49±0.04	0.70±0.02	0.80±0.02	0.89±0.02	1.01±0.03
27.5	0.49±0.04	0.69±0.02	0.80±0.02	0.89±0.02	1.03±0.02
32.5	0.48±0.04	0.69±0.02	0.79±0.02	0.89±0.02	1.02±0.02
37.5	0.48±0.03	0.69±0.02	0.79±0.02	0.89±0.02	1.02±0.03
42.5	0.48±0.02	0.69±0.02	0.79±0.02	0.89±0.02	1.02±0.02
47.5	0.48±0.02	0.70±0.02	0.80±0.02	0.89±0.02	1.02±0.02
52.5	0.48±0.03	0.70±0.02	0.80±0.02	0.89±0.02	1.02±0.03
57.5	0.48±0.02	0.70±0.01	0.80±0.02	0.89±0.02	1.02±0.03
62.5	0.48±0.02	0.70±0.01	0.80±0.02	0.88±0.02	1.02±0.02
67.5	0.48±0.02	0.70±0.03	0.80±0.02	0.88±0.02	1.02±0.02
72.5	0.48±0.02	0.70±0.03	0.80±0.01	0.88±0.01	1.02±0.03
77.5	0.49±0.02	0.70±0.01	0.80±0.02	0.88±0.02	1.02±0.04
82.5	0.49±0.02	0.70±0.01	0.80±0.02	0.88±0.01	1.00±0.00
87.5	0.47±0.00	0.71±0.02	0.80±0.02	0.88±0.02	1.00±0.00
92.5	0.46±0.00	0.71±0.00	0.81±0.01	0.88±0.02	—
97.5	—	—	0.80±0.01	0.87±0.01	—
100.0	—	—	0.80±0.01	0.87±0.01	—
ค่าเฉลี่ย	0.48±0.03	0.70±0.02	0.80±0.02	0.88±0.02	1.02±0.02

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในช่องสุดท้ายของกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 เฉลี่ยตั้งแต่พิสัย 7.5, 12.5, 17.5, 22.5 และ 27.5 ไมครอน เป็นต้นไป

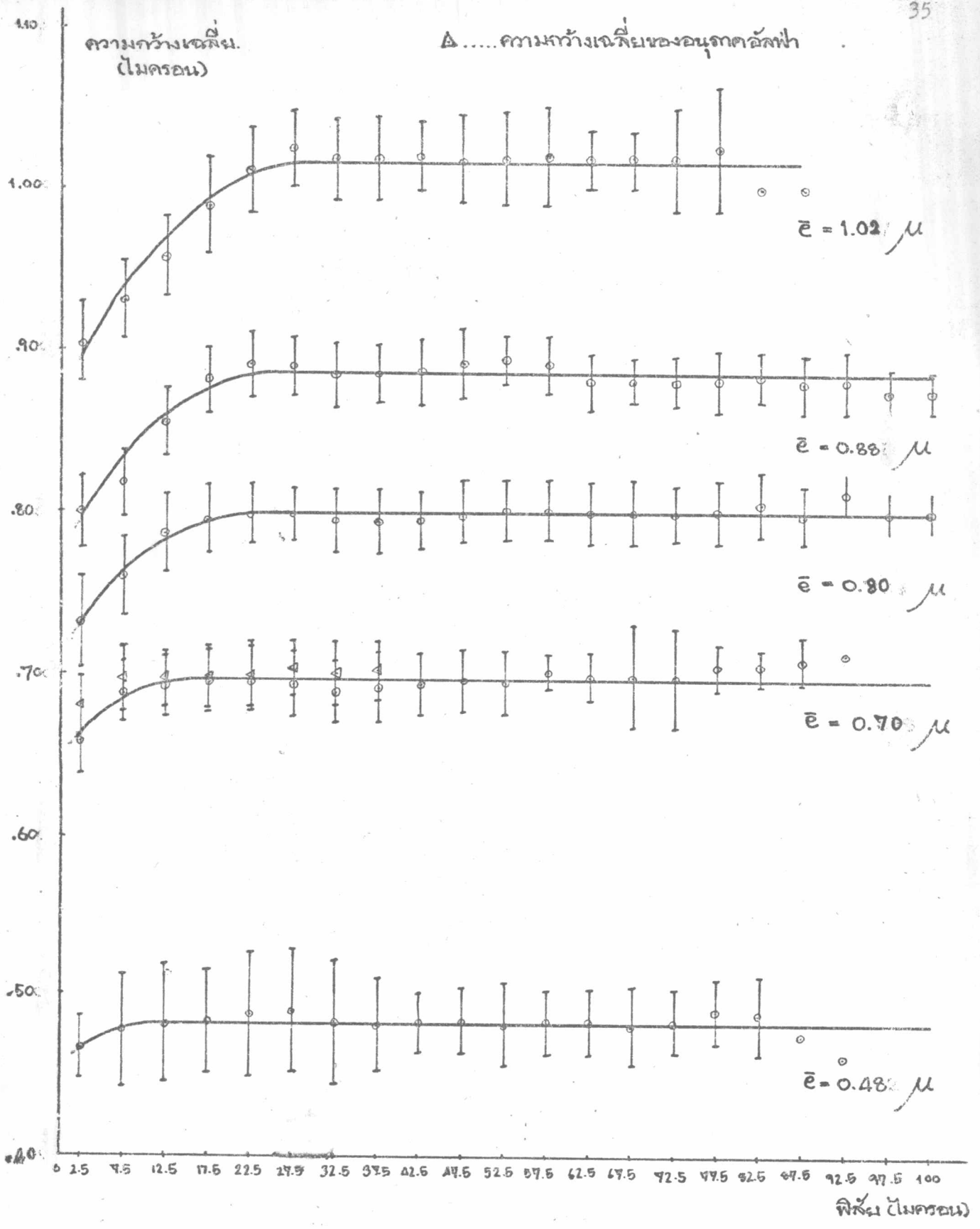
ตารางที่ 4-5 แสดงค่าความกว้างเฉลี่ยของรอยและพิสัยทั้ง 5 กลุ่ม ในนิมิตชั้น จี 5

พิสัย (ไมครอน)	ความกว้างเฉลี่ยของรอยเป็นไมครอน				
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
2.5	0.52±0.02	0.68±0.02	0.78±0.02	0.87±0.03	0.96±0.03
7.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.81±0.02	0.90±0.02	0.99±0.03
12.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.84±0.02	0.93±0.02	1.03±0.03
17.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.85±0.02	0.96±0.02	1.06±0.03
22.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.85±0.02	0.96±0.02	1.09±0.02
27.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.85±0.02	0.96±0.02	1.10±0.02
32.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.85±0.02	0.96±0.02	1.10±0.02
37.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.85±0.02	0.96±0.02	1.09±0.02
42.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.85±0.02	0.97±0.02	1.10±0.02
47.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.85±0.02	0.97±0.02	1.10±0.02
52.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.85±0.02	0.97±0.02	1.10±0.02
57.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.86±0.02	0.97±0.02	1.10±0.02
62.5	0.53±0.02	0.71±0.02	0.85±0.02	0.96±0.02	1.10±0.02
67.5	0.53±0.02	0.71±0.01	0.85±0.02	0.96±0.02	1.09±0.02
72.5	0.53±0.01	0.71±0.02	0.85±0.02	0.97±0.02	1.09±0.02
77.5	0.54±0.02	0.72±0.01	0.86±0.02	0.96±0.02	1.10±0.02
82.5	0.54±0.02	0.72±0.01	0.86±0.02	0.97±0.02	1.10±0.02
87.5	0.54±0.01	0.71±0.02	0.85±0.02	0.96±0.02	1.10±0.02
92.5	0.53±0.01	0.71±0.02	0.86±0.01	0.96±0.01	1.12±0.03
97.5	0.54±0.01	0.71±0.01	0.86±0.02	0.96±0.01	1.11±0.02
100.0	0.53±0.01	0.72±0.01	0.85±0.01	0.96±0.01	1.11±0.01
ค่าเฉลี่ย	0.53±0.02	0.71±0.02	0.85±0.02	0.96±0.02	1.10±0.02

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในช่องสุดท้าย ของกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 เฉลี่ยตั้งแต่พิสัย 7.5, 12.5, 17.5, 22.5 และ 27.5 ไมครอน เป็นต้นไป



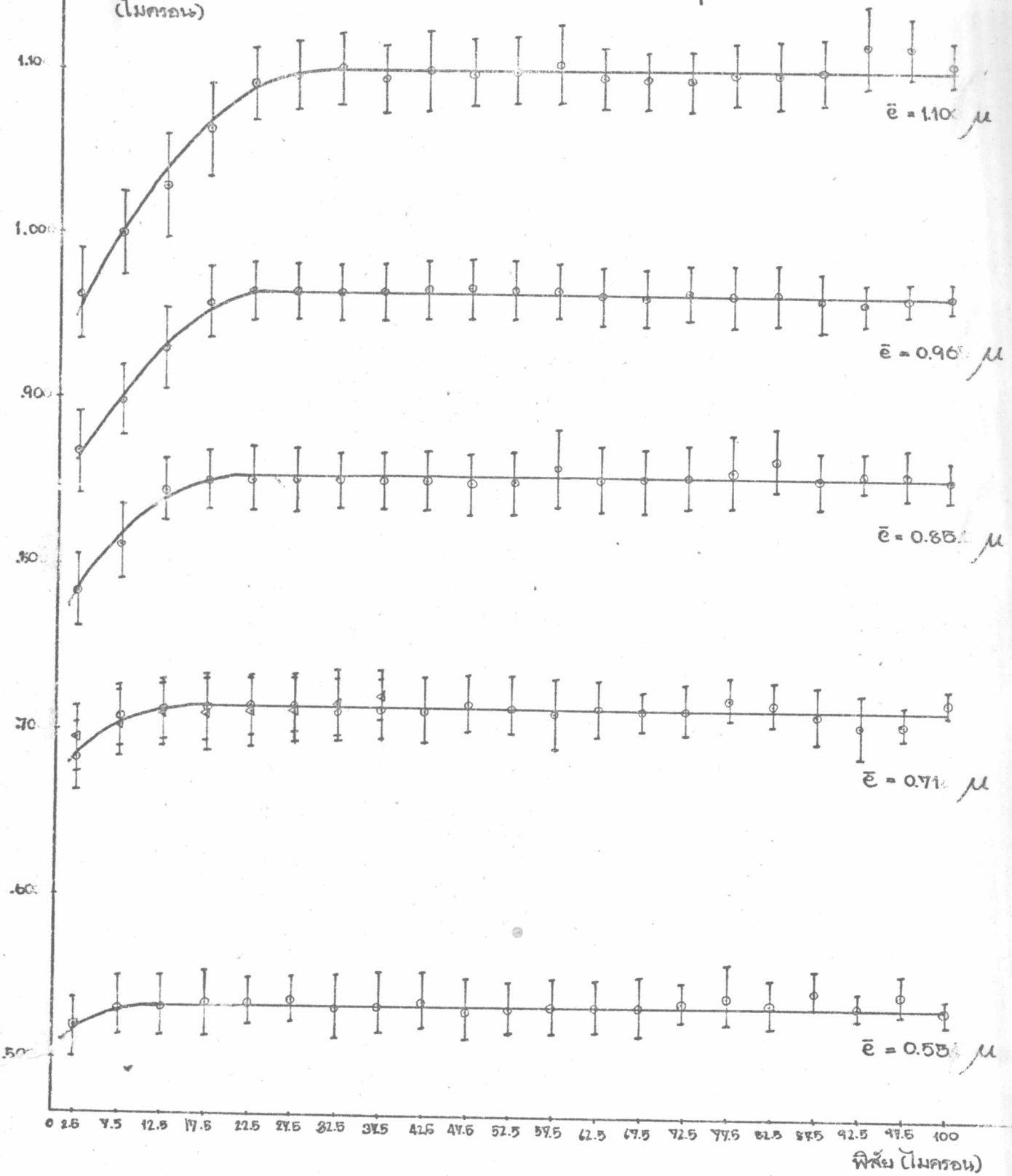
รูปที่ 4-4 กราฟแสดงความกว้างเฉลี่ยของรอยและพิสัยในอิมัลชัน 1:5



รูปที่ 4-5 กราฟแสดงความกว้างเฉลี่ยของรอยแฉะพิสัยในอิมีดชัน เค 2

ความกว้างเฉลี่ย
(ไมครอน)

Δ..... ความกว้างเฉลี่ยของอนุภาคอัลฟา



รูปที่ 4-6 กราฟแสดงความกว้างเฉลี่ยของรอยและฟิล์มในอิมัลชัน ซี 5

ตารางที่ 4-6 แสดงค่าความกว้างเฉลี่ยของรอยของอนุภาคอัลฟาจาก
กัมมันตภาพรังสีชนิดเรียม ในอิมัลชันทั้งสามชุด

พิสัย (ไมครอน)	ความกว้างเฉลี่ยของรอยเป็นไมครอน		
	เค 5	เค 2	จี 5
2.5	0.62 \pm 0.02	0.67 \pm 0.02	0.69 \pm 0.02
7.5	0.63 \pm 0.02	0.69 \pm 0.02	0.71 \pm 0.02
12.5	0.64 \pm 0.02	0.69 \pm 0.02	0.71 \pm 0.02
17.5	0.64 \pm 0.02	0.69 \pm 0.02	0.71 \pm 0.02
22.5	0.64 \pm 0.02	0.70 \pm 0.02	0.71 \pm 0.02
27.5	0.64 \pm 0.02	0.70 \pm 0.02	0.72 \pm 0.02
32.5	0.64 \pm 0.02	0.70 \pm 0.02	0.72 \pm 0.02
37.5	0.64 \pm 0.02	0.70 \pm 0.01	0.72 \pm 0.01

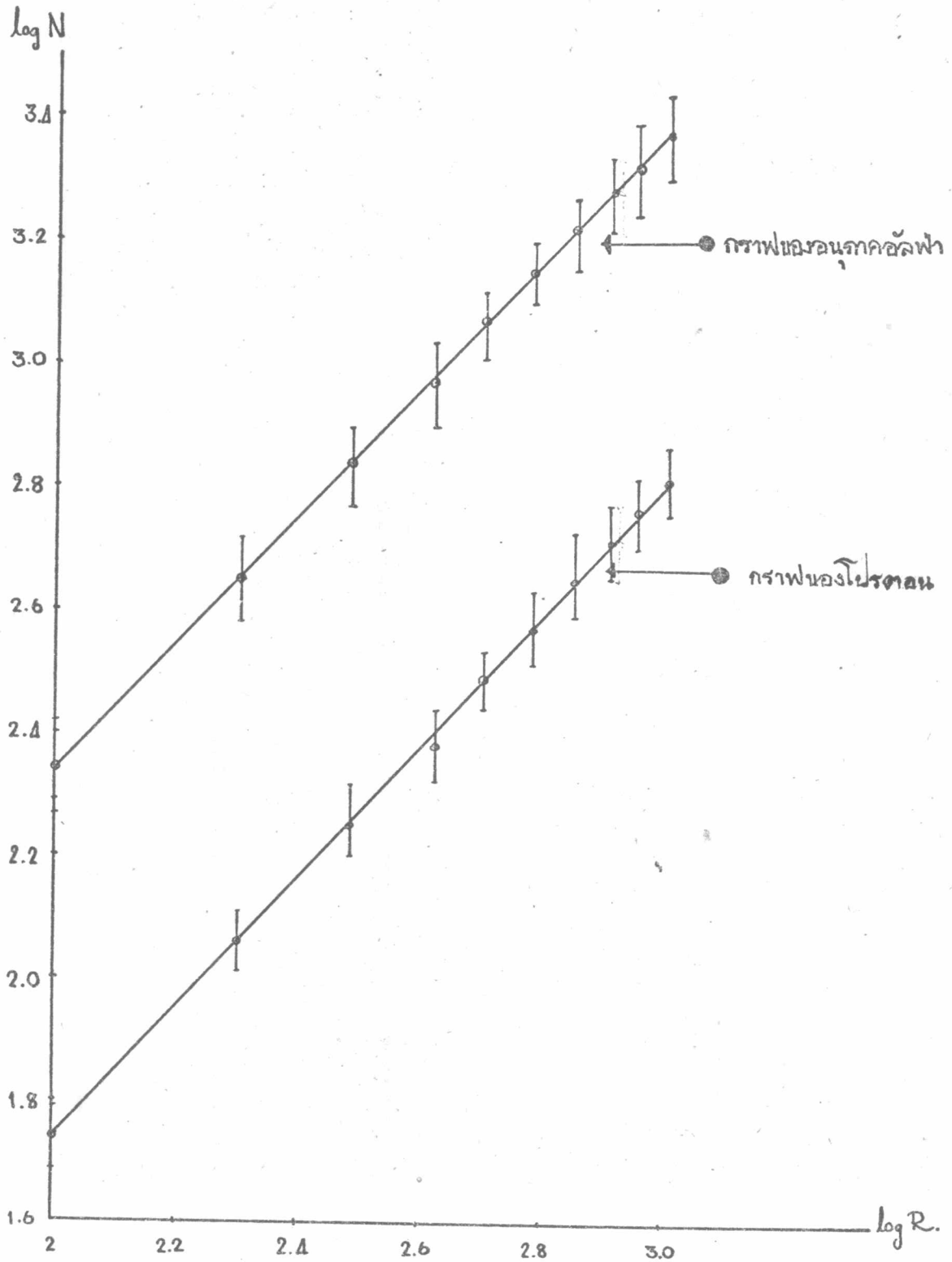
ตารางที่ 4-7 แสดงค่าความหนาแน่นเม็ดเงินและพิสัยของรอยที่ยาวในกลุ่มที่ 1 และ 2 ของฉัลดชั้น เค 2 จำนวนรอยที่ใช้ในกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 13 เส้น ในกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 15 เส้น

พิสัย (R) (ไมครอน)	log R	จำนวนเม็ดเงิน ของโปรตอน (N_p)	log N_p	จำนวนเม็ดเงิน ของอนุภาคอัลฟา (N_α)	log N_α	$\frac{N_\alpha}{N_p}$
100	2.000	55.4 \pm 3.6	1.744 \pm 0.560	221.1 \pm 5.7	2.344 \pm 0.755	3.99 \pm 0.63
200	2.301	115.2 \pm 3.6	2.062 \pm 0.560	449.9 \pm 6.0	2.652 \pm 0.778	3.91 \pm 0.34
300	2.477	177.3 \pm 4.4	2.248 \pm 0.643	686.7 \pm 5.2	2.836 \pm 0.716	3.87 \pm 0.36
400	2.602	240.7 \pm 4.0	2.382 \pm 0.602	928.9 \pm 5.8	2.968 \pm 0.763	3.86 \pm 0.34
500	2.699	307.1 \pm 3.4	2.487 \pm 0.531	1173.3 \pm 6.3	3.070 \pm 0.799	3.82 \pm 0.29
600	2.778	373.9 \pm 3.8	2.572 \pm 0.580	1417.1 \pm 6.6	3.151 \pm 0.819	3.79 \pm 0.32
700	2.845	442.7 \pm 4.2	2.646 \pm 0.623	1662.6 \pm 5.3	3.221 \pm 0.724	3.76 \pm 0.31
800	2.903	511.7 \pm 4.6	2.708 \pm 0.662	1909.3 \pm 5.0	3.280 \pm 0.699	3.73 \pm 0.32
900	2.954	579.9 \pm 4.1	2.763 \pm 0.613	2154.3 \pm 6.0	3.332 \pm 0.788	3.71 \pm 0.31
1000	3.000	648.9 \pm 4.3	2.812 \pm 0.633	2401.2 \pm 6.3	3.382 \pm 0.799	3.70 \pm 0.33
เฉลี่ย						3.81 \pm 0.33

หมายเหตุ 1. จำนวนเม็ดเงินของโปรตอน เป็นค่าเฉลี่ยของรอยจำนวน 13 เส้น และของอนุภาคอัลฟาจำนวน 15 เส้น ความคลาดเคลื่อนไขว้ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ความคลาดเคลื่อนของ $\frac{N_\alpha}{N_p}$ หาจากสมการ

$$\left| \frac{\Delta \frac{N_\alpha}{N_p}}{\frac{N_\alpha}{N_p}} \right| = \left| \frac{\Delta N_\alpha}{N_\alpha} \right| + \left| \frac{\Delta N_p}{N_p} \right|$$



รูปที่ 4-7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง \log จำนวนเม็ดเงินและ \log ของพิสัย ของอนุภาคโปรตอนและอนุภาคอัลฟา

ตารางที่ 4-8 แสดงรายการที่ได้จากการคำนวณหาเลขอะตอมของรอยในกลุ่มต่าง ๆ
ในอิมัลชันแต่ละชุด โดยใช้สมการ (3.3), (3.4) และ (3.5)

ชนิดอิมัลชัน	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
เค 5	$Z=1.05 \pm 0.17$	$Z=2.92 \pm 0.35$	—	$Z=5.19 \pm 0.68$
เค 2	—	$Z=2.58 \pm 0.41$	$Z=3.12 \pm 0.51$	$Z=4.05 \pm 0.75$
จี 5	$Z=1.03 \pm 0.18$	$Z=3.02 \pm 0.49$	—	$Z=5.41 \pm 1.05$

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า c และ x ในสมการ $\bar{e} = cZ^x$

จากตารางที่ 4-3 เป็นของอิมัลชันชุด เค 5 ที่ $Z = 2$ มีความกว้างเฉลี่ยของรอย $\bar{e}_\alpha = 0.64$ ไมครอน และที่ $Z = 4$ มีความกว้างเฉลี่ยของรอย $\bar{e}_{Be} = 0.86$ ไมครอน แทนค่าลงในสมการ (2.7) จะได้

$$\bar{e}_\alpha = 0.64 = c2^x \quad (4.1)$$

$$\bar{e}_{Be} = 0.86 = c4^x \quad (4.2)$$

$$(4.2) / (4.1); \quad \frac{\bar{e}_{Be}}{\bar{e}_\alpha} = \frac{0.86}{0.64} = 2^x \quad (4.3)$$

ใส่ log ทั้งสองข้าง

$$x \log 2 = \log 1.34$$

$$\text{จะได้ } x = 0.422$$

จาก (4.1) ใส่ log ทั้งสองข้าง

$$x \log 2 + \log c = \log 0.64$$

$$\log c = -0.194 - 0.422(0.301)$$

$$= \bar{1}.679$$

$$\text{หาค่า antilog จะได้ } c = 0.478$$

$$\text{ดังนั้นสมการจะเป็น } \bar{e} = 0.48 Z^{0.42} \quad (4.4)$$

การหาความคลาดเคลื่อนใน x และ c จากสมการ (4.3)

หาความคลาดเคลื่อนของ x ได้เป็น

$$\left| \frac{\Delta x}{x} \right| = \left| \frac{\Delta \bar{e}_\alpha}{\bar{e}_\alpha} \right| + \left| \frac{\Delta \bar{e}_{Be}}{\bar{e}_{Be}} \right|$$

แทนค่าจากตารางที่ 4-3, $\Delta \bar{e}_\alpha = 0.01$ ไมครอน, $\Delta \bar{e}_{Be} = 0.01$ ไมครอน

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad \frac{\Delta x}{x} &= \frac{0.01}{0.64} + \frac{0.01}{0.86} \\ &= 0.016 + 0.012 \\ &= 0.028 \\ \Delta x &= 0.012 \end{aligned}$$

จากสมการ (2.7) หาความคลาดเคลื่อนของ c ได้เป็น

$$\left| \frac{\Delta \bar{e}}{\bar{e}} \right| = \left| \frac{\Delta c}{c} \right| + x \left| \frac{\Delta Z}{Z} \right| + |\Delta x| \ln Z \quad (4.5)$$

แทนค่า $\frac{\Delta Z}{Z} = 0$, $\Delta \bar{e} = 0.01$ ไมครอน, $\Delta x = 0.012$, $\ln Z = 0.693$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad \frac{\Delta c}{c} &= \frac{0.01}{0.64} + 0.012 \times 0.693 \\ &= 0.024 \\ \Delta c &= 0.011 \end{aligned}$$

การคำนวณหาค่าเลขอะตอม

จากตารางที่ 4-3 ความกว้างเฉลี่ยของรอยกลุ่มที่ 1 เป็น 0.49 ไมครอน
แทนค่าลงในสมการ (4.4) จะได้

$$0.49 = 0.48 Z^{0.42}$$

ใส่ log ทั้งสองข้าง

$$\log 0.49 = \log 0.48 + 0.42 \log' Z$$

$$0.42 \log Z = 0.319 - 0.310$$

$$= 0.009$$

$$\log Z = 0.021$$

หาค่า antilog จะได้ $Z = 1.050$

สำหรับความคลาดเคลื่อนหาได้โดยใช้สมการ (4.5) โดยมีค่า $\Delta \bar{e} = 0.02$ ไมครอน
 $\bar{e} = 0.49$ ไมครอน, $\frac{\Delta \bar{e}}{\bar{e}} = 0.041$, $\frac{\Delta c}{c} = 0.024$

$$\text{และ } \Delta x \ln Z = 0.012 \times 0.048 = 0.001$$

$$\text{ดังนั้น } x \frac{\Delta Z}{Z} = 0.041 + 0.024 + 0.001$$

$$= 0.066$$

$$\Delta Z = \frac{0.066 \times 1.050}{0.42}$$

$$= 0.165$$

เมื่อคิดทศนิยมสองตำแหน่ง ค่าของ Z จะเป็น

$$Z = 1.05 \pm 0.17$$

ตารางที่ 4-9 แสดงระยะที่บและเลขอะตอมของอนุภาคในอิมัลชันทั้งสามชุด

เลขอะตอม	ระยะที่บเป็นไมครอน		
	อิมัลชัน เค 5	อิมัลชัน เค 2	อิมัลชัน จี 5
2	9.2	7.5	7.5
3	15.0	14.2	13.5
4	22.5	18.0	18.0
5	25.0	22.5	24.0

วิธีหาค่า c และ a ในสมการ $L = cZ^a$

ใส่ \log ทั้งสองข้างจะได้

$$\log L = \log c + a \log Z$$

$$\text{ให้ } \log L = y$$

$$\log Z = x$$

$$\log c = b$$

$$\text{จะได้ } y = ax + b$$

ซึ่งเป็นสมการเส้นตรง แล้วใช้วิธีหาค่า a และ b โดย (ดูภาคผนวก)

$$a = \frac{(\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i)}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (4.6)$$

$$b = \frac{(N \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i)}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (4.7)$$

จากตารางที่ 4-9 ทำตารางสำหรับสมมติฐาน เค 5 ได้ดังนี้

$y_i = \log L$	$x_i = \log Z$	$x_i y_i$	x_i^2
0.964	0.301	0.290	0.091
1.176	0.477	0.561	0.228
1.352	0.602	0.814	0.363
1.398	0.699	0.977	0.489
$\sum y_i = 4.890$	$\sum x_i = 2.079$	$\sum x_i y_i = 2.642$	$\sum x_i^2 = 1.171$

แทนค่าในสมการ (4.6) และ (4.7) จะได้

$$a = \frac{5.726 - 5.493}{4.684 - 4.322}$$

$$= \frac{0.233}{0.362} = 0.644$$

$$b = \frac{10.568 - 10.166}{4.684 - 4.322}$$

$$= \frac{0.402}{0.362} = 1.110$$

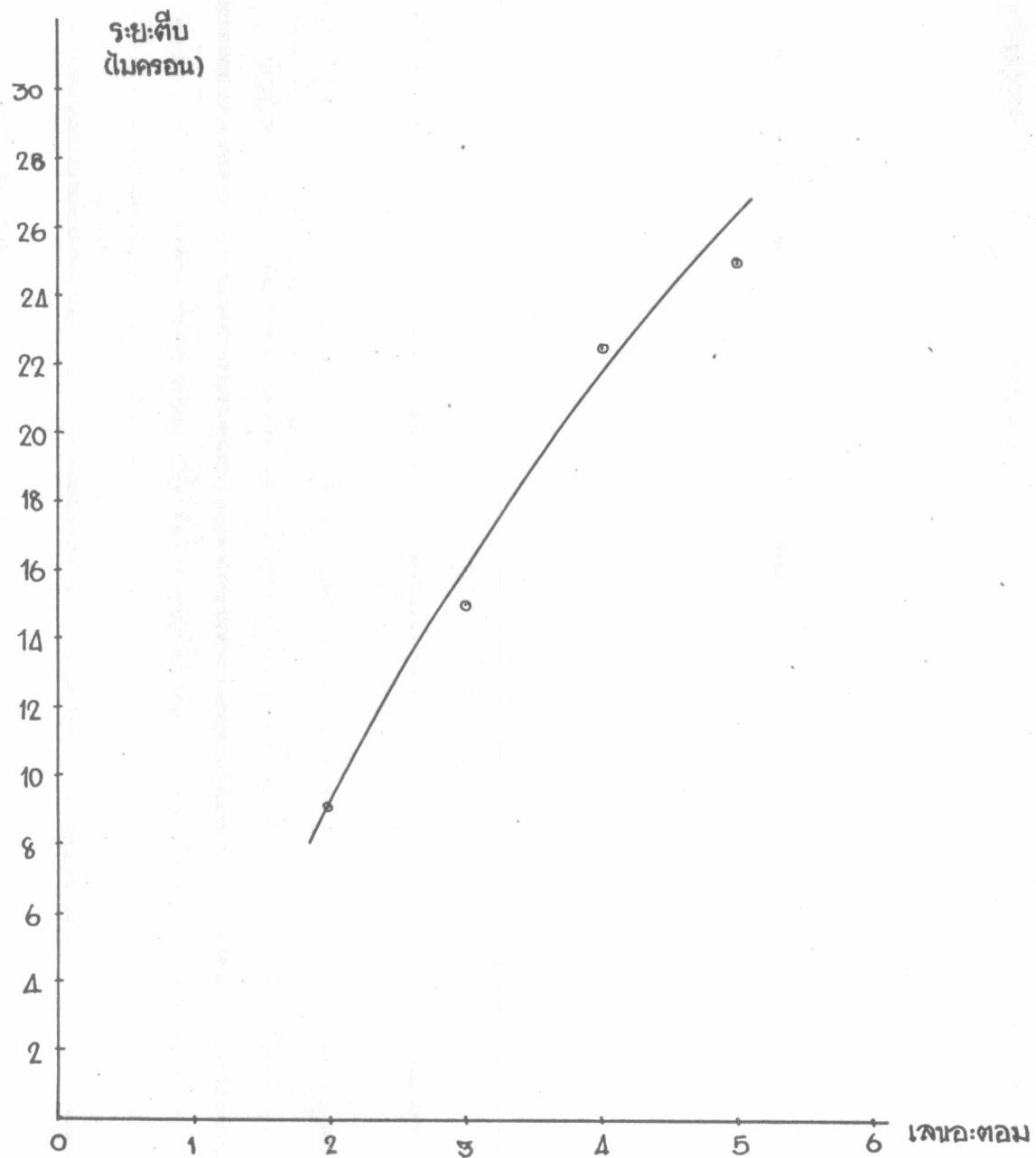
$$\text{แต่ } b = \log c$$

หาค่า antilog จะได้ค่า

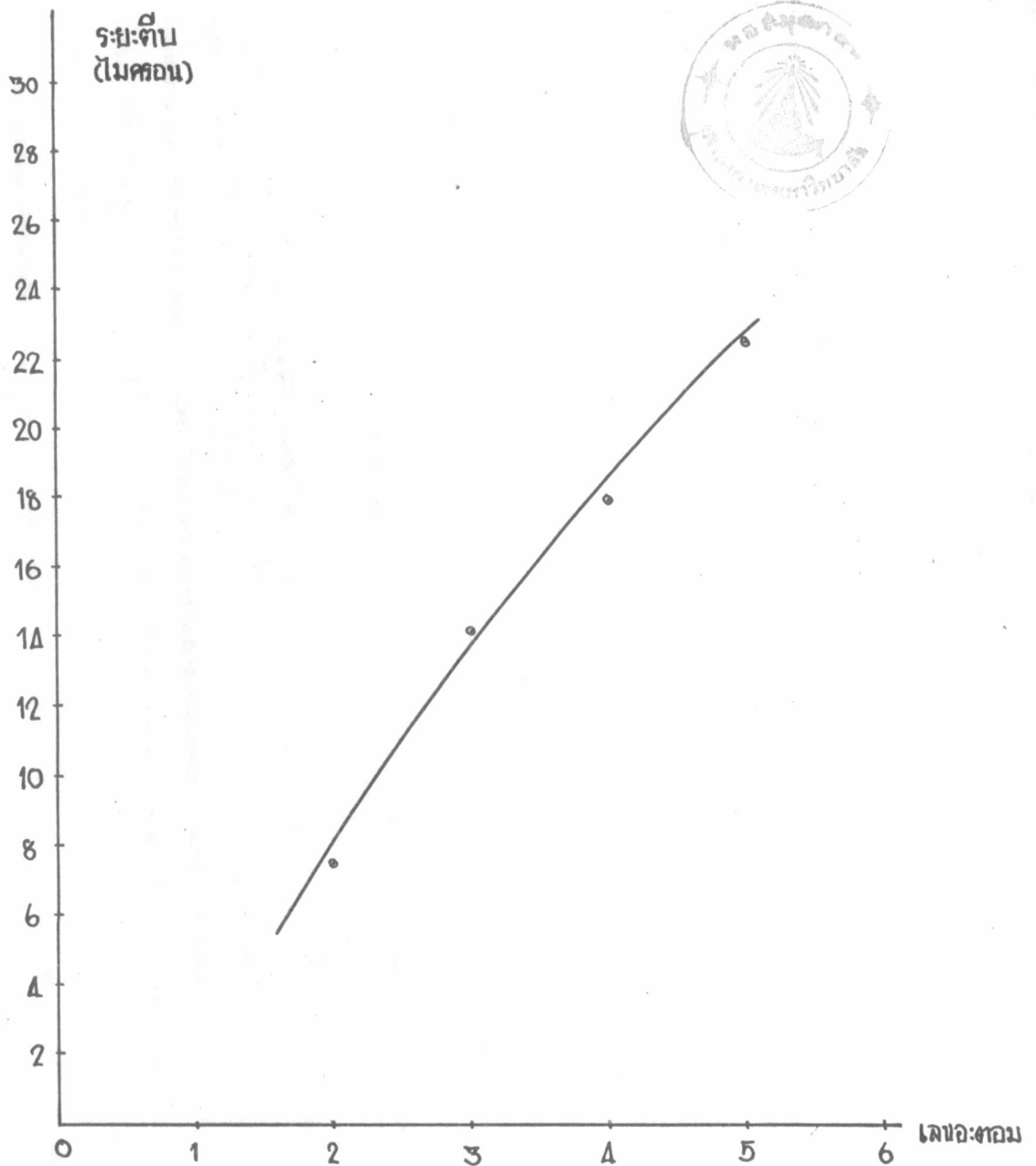
$$c = 12.88$$

ดังนั้น สมการจะเป็น

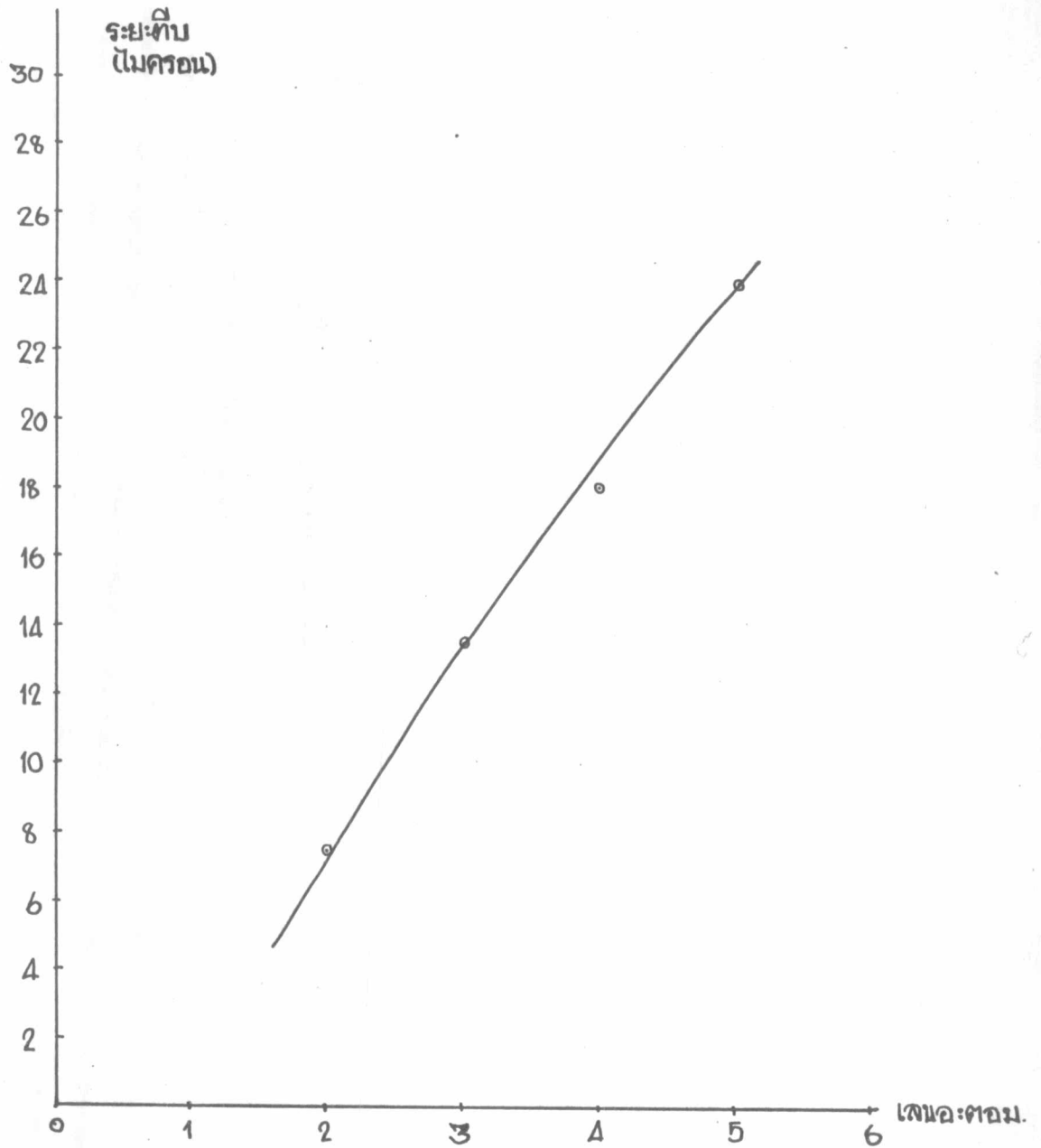
$$L = 12.88 Z^{0.64}$$



รูปที่ 4-8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะتيب-
และเลขอะตอมในอิมัลชัน เค 5



รูปที่ 4-9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะตีบ-
และเลขอะตอมในฉิมัลชัน เค 2



รูปที่ 4-10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่ป-
และเลขอะตอมในอิมัลชัน ซี 5