บทที่ 5

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในการทดลองได้นำน้ำกากส่ามาใช้เป็นสารอาหาร (substrate) สำหรับตะกอนจุลินทรีย์ ในแต่ละอัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) เพื่อติดตามภาวะการเปลี่ยนแปลง activity สมบัติของน้ำกากส่าที่ใช้ ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สมบัติของน้ำกากส่าที่ใช้ในระบบบำบัด

ตัวแปร	หน่วย	ความเข้มข้น	ค่าเฉลี่ย (มก/ล)
pH		3.8 - 4.8	4.4
COD	มก/ล	9,455 - 182,240	143,740
BOD	มก/ล	21,000 - 50,000	39,880
SS	มก/ล	10,920 - 39,700	25,300
TS	มก/ล	88,310 - 153,200	123,650
TVS	มก/ล	66,510 - 110,630	92,490
alkalinity as $CaCO_3$	มก/ล	7,800 - 10,400	9,100
SO_4^{-2}	มก/ล	3,900 - 9,760	6,320
PO_4^{-3} as P	มก/ล	100 - 215	153
total-N	มก/ล	1,320 - 2,970	2,120
VFA	มก/ล	814 - 6,380	2,700
K	มก/ล	3,600 - 14,780	8,840
Ca	มก/ล	1,520 - 3,700	2,080
Na	มก/ล	130 - 270	220

จากคุณสมบัติของน้ำกากส่าดังที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อมาพิจารณาค่า BOD : N : P จะมีค่าเท่ากับ 100 : 5.39 : 0.003 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเหมาะสมของสารอาหารในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ ซึ่ง Speece และ McCarty (1962)ได้กล่าวไว้ว่า ความต้องการสารอาหารของจุลินทรีย์ ประเภทนี้ จะมีอัตราส่วนของ BOD:N:P = 100 : 1.1: 0.2 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกัน จะพบว่า สารอาหาร (substrate) ที่ใช้ในระบบ ค่อนข้างจะมี ฟอสฟอรัส (P) ต่ำ ซึ่งอาจจะมีผล ต่อการสร้างเซลของจุลินทรีย์ได้ จากการทดลองของ McCarty สรุปได้ว่า จุลินทรีย์ต้องการธาตุไนโตรเจน อยู่ประมาณ 2.106 เท่า ของน้ำหนักเซล ในขณะเดียวกันก็มีความต้องการฟอสฟอรัสอยู่ค่อนข้างสูง คือมีความต้องการถึง 1 ใน 5 ของน้ำหนักเซลล์ แต่อย่างไรก็ตาม การบำบัดน้ำกากส่าโดยระบบหมักยูเอเอสบีขนาดใหญ่ และการทดลองความสามารถของตะกอน (sludge activity) ไม่มีการเติมสารฟอสเฟตในน้ำกากส่า

5.1 ลักษณะสมบัติตะกอนในระบบหมักยูเอเอสบี

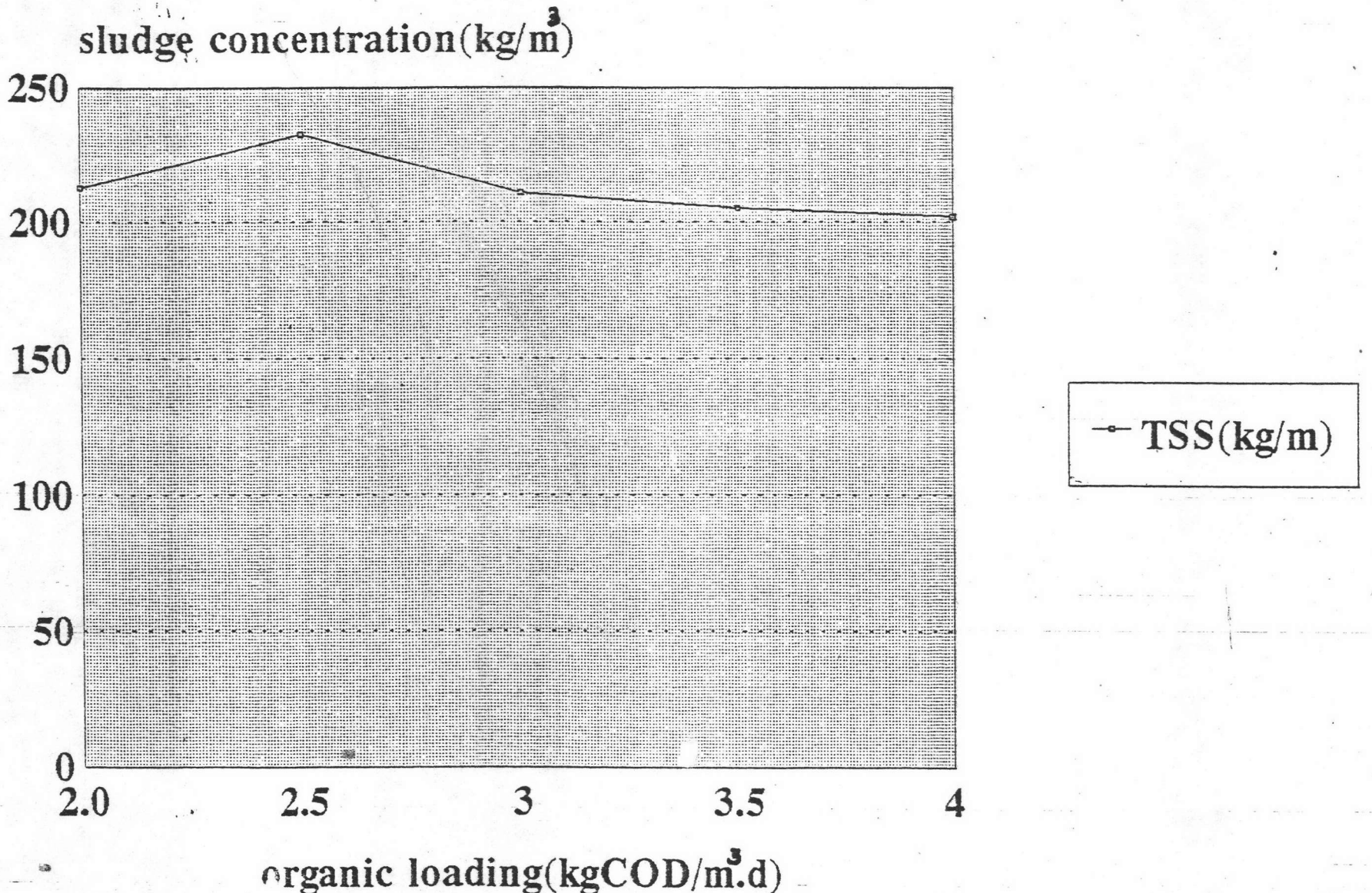
ในการศึกษา ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ของระบบ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) ต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปโดยพิจารณาตะกอนจุลินทรีย์ของระบบในรูปของ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) และเปรียบเทียบเป็น 2ลักษณะดังต่อไปนี้

5.1.1 ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์รวมในถังยูเอเอสบี

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย จากถังปฏิกริยาของระบบ ในภาวะคงที่ (steady state) ของแต่ละ อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) ที่ทำการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลง ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ทั้งหมด ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.1

ตารางที่ 5.2 ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์รวมของระบบ (พิจารณาในรูป TSS) ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

organic loading kg.COD/m^3d	TSS kg/m^3
2.0	212.47
2.5	232.44
3.0	210.60
3.5	204.93
4.0	201.80



รูปที่ 5.1 ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ รวมของระบบที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

จากรูปที่ 5.1 และ ตารางที่ 5.2 พบว่า ปริมาณของตะกอนจุลินทรีย์รวมของระบบ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ เพิ่มจาก 2 เป็น 2.5 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน มีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้นเป็น 3, 3.5 และ 4 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน จะเห็นว่า ปริมาณตะกอนลดต่ำลงเมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้น ปริมาณตะกอนแบคทีเรียลดลงเนื่องจากมีการสูญเสีย ของตะกอน โดยการลอยออก (wash out) แบคทีเรียที่มีขนาดเล็ก (flocculant) ได้ลอยออกจากถังยูเอเอสบี เนื่องจากปริมาณฟองแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นจะพยุงตะกอนแบคทีเรียลอยออกมาจึงทำให้ปริมาณตะกอน จุลินทรีย์ของระบบมีค่าลดลง ถึงแม้ว่าจะมีตัวแยกตะกอน (settler) อยู่ภายในถังปฏิกริยาก็ตาม

5.1.2 <u>ปริมาณตะกอนในถังยูเอเอสบี</u>

โดยนำตัวอย่างที่ระดับความสูงต่าง ๆ ในถังยูเอเอสบีมาวิเคราะห์ปริมาณตะกอน และขนาดของตะกอนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละอัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) ในการทดลองครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนจุลินทรีย์ ที่ระดับความสูง 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0, และ 4.0 เมตร จากระดับพื้นถัง โดยทำการตรวจวัดปริมาณของตะกอนจุลินทรีย์ขนาดต่างๆ ในรูปของความเข้มข้นของ ของแข็งแขวนลอย(TSS)ทั้งหมด ปริมาณความเข้มข้นแบคทีเรียที่ระดับความลึกต่าง ๆ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ได้แสดงในตารางที่ 5.3 - 5.7 และรูปที่ 5.2 - 5.6

ตารางที่ 5.3 ปริมาณความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์ จำแนกตามขนาด กับระดับความสูงของถังปฏิกริยา ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 2 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน

ระดับความสูง เมตร	ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ (ก/ล)		
	ขนาดตะกอน > 1.0 มม.	ขนาดตะกอน 0.5-1.0 มม.	ขนาดตะกอน < 0.5 มม.
0.25	0.1120	0.1520	33.42
0.50	0.3480	0.1985	35.68
0.75	0.0660	0.1030	25.14
1.00	0.0800	0.1230	24.50
2.00	0.0610	0.0840	24.81
3.00	0.0115	0.0313	18.78
4.00	0.1130	0.0208	20.34

ตารางที่ 5.4 ปริมาณความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์ จำแนกตามขนาด กับระดับความสูงของถังปฏิกริยาที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 2.5 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน

ระดับความสูง เมตร	ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ (ก/ล)		
	ขนาดตะกอน > 1.0 มม.	ขนาดตะกอน 0.5-1.0 มม.	ขนาดตะกอน < 0.5 มม.
0.25	0.312	0.2480	31.00
0.50	0.389	0.3440	31.68
0.70	0.132	0.1596	26.86
1.00	0.139	0.1948	32.08
2.00	0.016	0.0440	19.40
3.00	0.012	0.0597	21.10
4.00	0.025	0.0549	19.68

ตารางที่ 5.5 ปริมาณความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์ จำแนกตามขนาด กับระดับความสูงของถังปฏิกริยาที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 3.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน

ระดับความสูง เมตร	ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ (ก/ล)		
	ขนาดตะกอน > 1.0 มม.	ขนาดตะกอน 0.5-1.0 มม.	ขนาดตะกอน < 0.5 มม.
0.25	0.322	0.455	25.30
0.50	0.373	0.212	33.30
0.70	0.467	0.309	26.52
1.00	0.325	0.278	24.82
2.00	0.033	0.063	19.08
3.00	0.016	0.057	19.86
4.00	0.026	0.070	18.86

ตารางที่ 5.6 ปริมาณความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์ จำแนกตามขนาด กับระดับความสูงของถังปฏิกริยาที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 3.5 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน

ระดับความสูง เมตร	ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ (ก/ล)		
	ขนาดตะกอน > 1.0 มม.	ขนาดตะกอน 0.5-1.0 มม.	ขนาดตะกอน < 0.5 มม.
0.25	0.4431	0.433	28.74
0.50	0.4130	0.309	27.36
0.70	0.3250	0.208	25.29
1.00	0.2880	0.106	23.96
2.00	0.1040	0.138	21.86
3.00	0.0850	0.094	20.00
4.00	0.0460	0.103	18.95

ตารางที่ 5.7 ปริมาณความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์ จำแนกตามขนาด กับระดับความสูงของถังปฏิกริยาที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 4.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน

ระดับความสูง เมตร	ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ (ก/ล)		
	ขนาดตะกอน > 1.0 มม.	ขนาดตะกอน 0.5-1.0 มม.	ขนาดตะกอน < 0.5 มม.
0.25	0.5060	0.343	25.14
0.50	0.5250	0.368	24.84
0.70	0.4850	0.233	23.90
1.00	0.3010	0.101	22.93
2.00	0.0147	0.339	19.60
3.00	0.2010	0.266	22.44
4.00	0.0690	0.179	22.21

จากตารางที่ 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, และ 5.7 และรูปที่ 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 และ 5.6 จะพบว่า ลักษณะกระจายตัวของตะกอนจุลินทรีย์ และปริมาณตะกอนจุลินทรีย์โดยรวมของระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราป้อนสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นโดยที่**อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 2 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน** พบว่า ตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มม. มีการกระจายตัวในถังปฏิกริยาที่ระดับความสูง 0 - 0.25เมตร และ 0.25 - 0.5 เมตร เป็นส่วนใหญ่ เมื่อทำการทดสอบหาปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ พบว่าที่ระดับความสูง 0.5 เมตร มีจำนวนตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มม. มากกว่า ที่ระดับความสูง 0.25 ม. เล็กน้อยกล่าวคือ มีปริมาณ 0.348 ก/ล ที่ระดับความสูง 0.5 ม.และ 0.112 ก/ล ที่ระดับความสูง 0.25 ม.ส่วนที่ระดับความสูง 0.75, 1.0, 2.0, 3.0,และ 4.0 ม. พบว่ามีปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มม.ใกล้เคียงกันคือ 0.066,0.08,0.061, 0.0115 และ 0.113 ก/ล ตามลำดับ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ที่ระดับความสูง 4.0 ม. พบตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มม.ค่อนข้างสูงอันเนื่องมาจากเป็นบริเวณที่ตะกอนจุลินทรีย์ถูกแยกออกจากฟองแก๊ส ที่เกิดขึ้นที่บริเวณตัวแยกตะกอน (settler) ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดระหว่าง 0.5 - 1.0 มม. พบว่ามีการกระจายตัวแบ่งเป็น 2 เขต อย่างเห็นได้ชัด คือ เขตแรกมีปริมาณของตะกอนจุลินทรีย์ขนาดดังกล่าวค่อนข้างสูงที่ระยะความสูงตั้งแต่ 0-1 เมตร จากการทดสอบพบว่า ที่ระยะความสูง ที่มีการเก็บตัวอย่างในช่วงนี้คือ ที่ระยะ 0.25, 0.50, 0.75, และ 1.0 เมตร จะมีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ ที่กล่าวถึงอยู่ที่ระดับ 0.152, 0.198, 0.103 และ 0.123 ก/ล.ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันในแง่ของปริมาณตะกอนค่อนข้างน้อย แต่ในขณะเดียวกันส่วน ในเขตที่สอง ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 1.1-4 ม. พบว่ามีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ดังกล่าวค่อนข้างต่ำ คือมีปริมาณ 0.084, 0.0313 และ 0.0208 ก/ล. ที่ ระดับความสูง 2, 3 และ 4 เมตร ตามลำดับ ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 มม. พบว่าที่ระดับความสูง 0.25 และ 0.50 เมตร มีปริมาณความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์ สูงกว่าที่ระดับความสูง ตั้งแต่ 0.75 จนถึง 4 เมตร เล็กน้อย กล่าวคือ มีปริมาณความเข้มข้น 25.09, 24.70, 24.96, 18.83 และ 20.37 ก/ล. ที่ระดับความสูง 0.75, 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 เมตร ตามลำดับ

จากการทดลองของ Lettinga และคณะ (1979) ได้รายงานว่าตะกอนจุลินทรีย์ลักษณะเม็ดมีขนาด 0.5 - 4.0 มิลลิเมตร ในขณะเดียวกัน Buijs และ Heertjes(1982) ได้อธิบายถึงขอบเขตของการแบ่งชั้นของ ตะกอนจุลินทรีย์เป็น 3 ลักษณะคือ sludge bed,

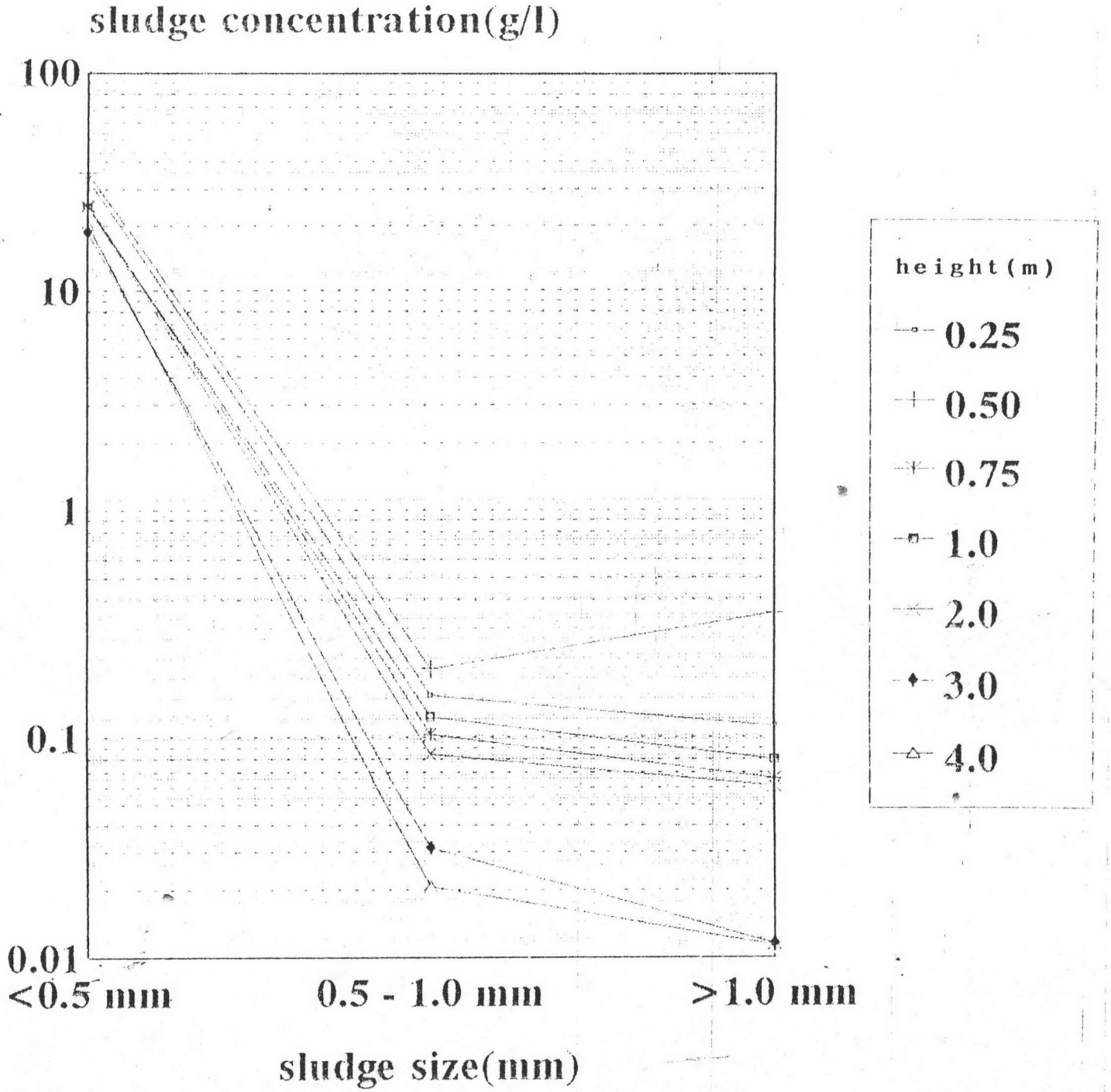
sludge blanket และ third area โดยที่ sludge bed เป็นระยะล่างสุดของถังปฏิกิริยามีลักษณะของตะกอนจุลินทรีย์ ที่มีความเข้มข้นคงที่ และสามารถวัดความเข้มข้น ได้ประมาณ 80 กก.เอสเอส/ม^3

ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading)2 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน มีแนว sludge bed ที่ระยะ 0 - 1.0 เมตร , sludge blanket area ที่ 1.0 - 4.0 เมตร และ third area ที่ระยะสูงกว่า 4 เมตร และพบตะกอนเม็ด (granular sludge) ขนาดใหญ่กว่า 0.5 มิลลิเมตร เป็นจำนวนมากที่สุดที่ระดับความสูง 0 - 0.5 เมตร โดยขนาดของตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 มม. ดังแสดงในรูปที่ 5.2

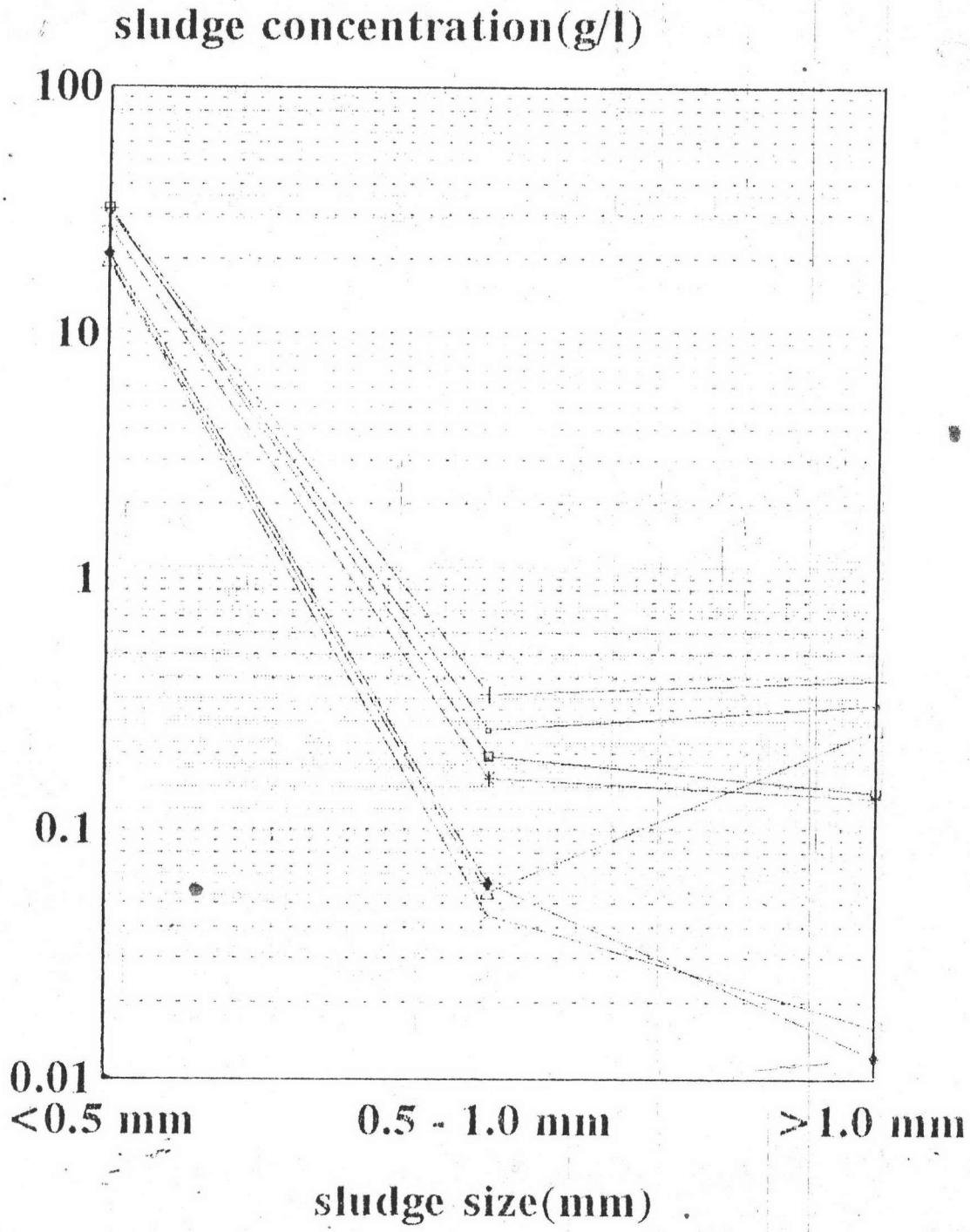
ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 2.5 กก.ซีโอดี/ม^3 วัน พบว่าเมื่อพิจารณาตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร จะมีปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน โดยมีความเข้มข้นของตะกอนเท่ากับ 0.312, 0.389, 0.132 และ 0.139 ก/ล ที่ระดับความสูง 0.25, 0.50,0.70 และ 1.0 เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณความเข้มข้นของตะกอน ที่ระดับความสูง 2.0, 3.0 และ 4.0 เมตร มีปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ลดลง คือ พบว่ามีปริมาณตะกอนเพียง 0.016, 0.012 และ 0.025 ก/ล ตามลำดับ

ในทำนองเดียวกันกับตะกอนจุลินทรีย์ ขนาด 0.5 - 1 ม. ก็มีการเพิ่มปริมาณสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน ที่ทุกระดับความสูง โดยเฉพาะที่ระดับความสูง 0.25 และ 0.5 เมตร มีการเพิ่มปริมาณตะกอนอย่างเห็นได้ชัด คือ พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเป็น 0.248 และ0.344 ก/ล ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความสูง 0.75, 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 เมตร มีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ เพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 0.1596, 0.1948, 0.044, 0.059 และ 0.054 ก/ล ตามลำดับ

ในขณะเดียวกันพบว่าตะกอนขนาดเล็กกว่า 0.5 มม. ค่อนข้างมีปริมาณความเข้มข้นลดลงยกเว้นที่ระดับความสูง 1.0 และ 3.0 เมตร เท่านั้น ที่มีปริมาณตะกอนขนาดเล็กเพิ่มขึ้น ปริมาณความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลงไป คือ 31.0, 31.68, 26.86, 32.08, 19.4, 21.1 และ 19.68 ก/ล ที่ระดับความสูง 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 ม. ตามลำดับ ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.5 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน ดังแสดงในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.2 ปริมาณตะกอนแบคทีเรียขนาดต่าง ๆ ที่ระดับความสูงต่าง ๆ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0 กก.ซีโอดี/ม^3.วัน



รูปที่ 5.3 ปริมาณตะกอนแบคทีเรียขนาดต่าง ๆ ที่ระดับความสูงต่าง ๆ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.5 กก.ซีโอดี/ม^3.วัน

ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 3.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน พบว่า ตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดมากกว่า 1 มม. มีความเข้มข้นรวมเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.5 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน โดยปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นจะมีค่าใกล้เคียงกันที่ระดับความสูง 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.0 เมตร คือมี ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ 0.322, 0.373, 0.467 และ 0.325 ก/ล ส่วนที่ระดับความสูง 2, 3 และ 4 เมตรนี้ ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น คือ มีปริมาณความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 0.033, 0.016 และ 0.026 ก/ล ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน สำหรับตะกอนจุลินทรีย์ ขนาด 0.5 - 1 มม. พบว่าจะมีความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์สูงที่ระดับความสูง 0.25 - 1.0 เมตร คือมีปริมาณความเข้มข้นของตะกอน 0.455, 0.212, 0.309 และ 0.278 ก/ล ที่ระดับความสูง 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.0 เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ที่ระดับความสูง 2.0, 3.0 และ 4.0 เมตร มีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงไปไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.5 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน กล่าวคือ มีความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์เท่ากับ 19.08, 19.86 และ 18.86 ก/ล ตามลำดับ

ส่วนปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5มม. ก็จะเป็นไปในทำนองเดียวกันกับตะกอนจุลินทรีย์ขนาด มากกว่า 1 และ 0.5 - 1.0 มม. กล่าวคือ จะมีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ค่อนข้างสูง ที่ระดับความสูงช่วงแรก คือ 0.25 - 1.0 เมตร และมีความเข้มข้นค่อนข้างต่ำที่ระดับความสูงตั้งแต่ 2 - 4 เมตร คือ จะมีปริมาณความเข้มข้น 26.08, 33.88, 27.29, 25.42, 19.18, 19.93 และ 18.96 ก/ล ที่ระดับความสูง 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 เมตร ตามลำดับ

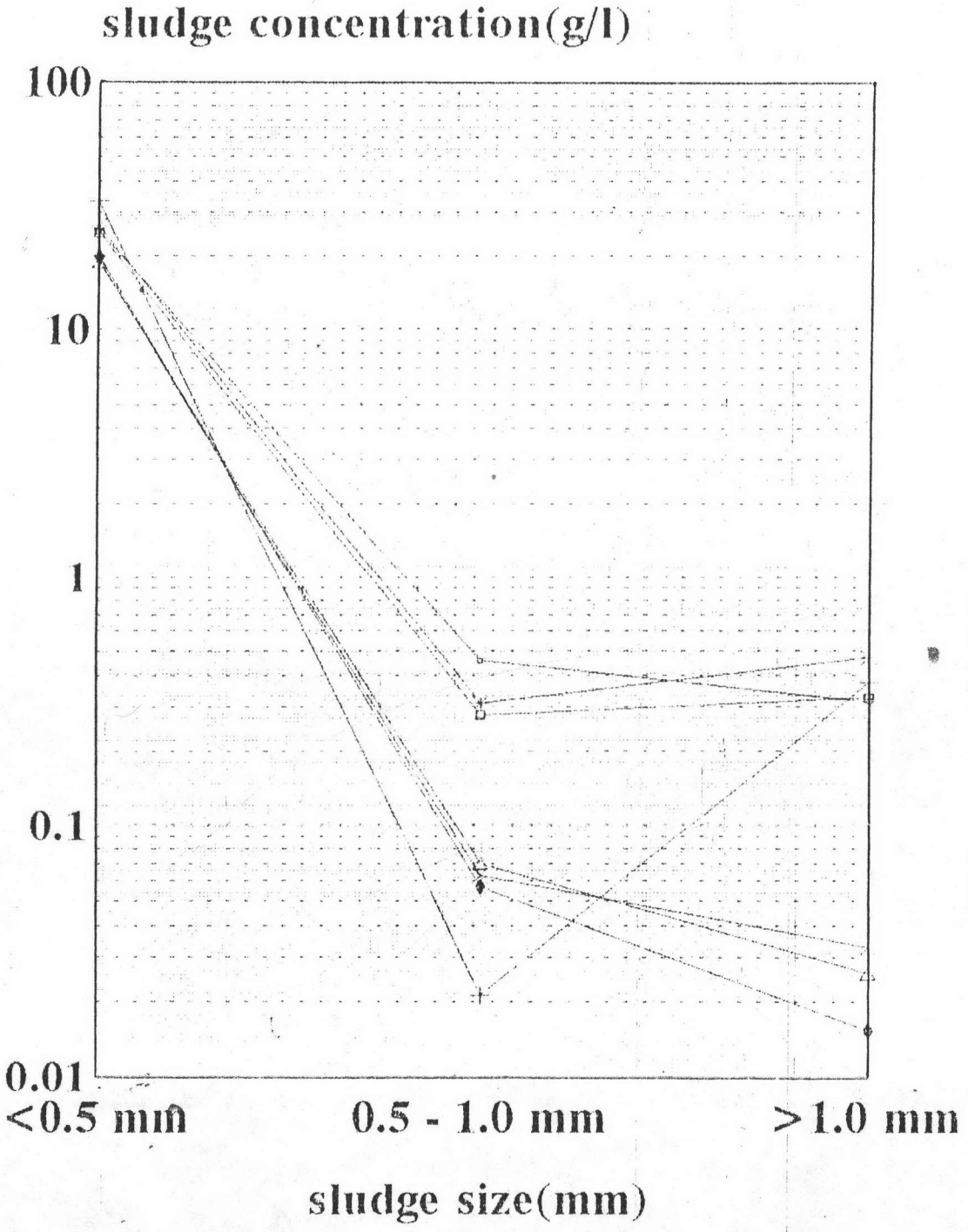
เป็นที่น่าสังเกตว่า ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์นี้ ตะกอนจุลินทรีย์จะแยกเป็น 2 ชั้นอย่างชัดเจน โดยชั้นแรกอยู่ที่ระดับความสูง 0 - 1 เมตร และชั้นที่ 2 ตั้งแต่ 1 - 4 เมตร และจะพบว่า ในชั้นล่างของถังปฏิกริยาจะมีการกระจายตัวของตะกอนจุลินทรีย์ขนาดใหญ่ คือ มีตะกอนขนาดใหญ่กว่า 0.5 มม. ขึ้นไป กระจายอยู่ทั่วไปนั้น ก็หมายความนี้ ในอัตราป้อนสารอินทรีย์ที่กล่าวถึงนี้ ตะกอนจุลินทรีย์มีการ form ตัวเป็น ตะกอนเม็ด (granule) ค่อนข้างมาก แต่ในขณะเดียวกันผลของแก๊สที่เกิดขึ้น ก็มีผลในการพยุงให้ตะกอนจุลินทรีย์ขนาดใหญ่นี้ลอยขึ้นมา ซึ่งจะสังเกตได้ว่า ที่ระดับความสูง 0.75 เมตร ในชั้นแรกมีปริมาณความเข้มข้น

ตะกอนจุลินทรีย์ขนาดใหญ่กว่า 1 มม. ค่อนข้างสูง คือมีความเข้มข้นถึง 0.467 ก/ล ในขณะที่ที่ระดับ 0.25. 0.5 และ 1.0 ม. ซึ่งเป็นความสูงในแนวชั้นแรก มีความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์เพียง 0.322, 0.373 และ 0.325 ก/ล ตามลำดับเท่านั้น ผลของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนจุลินทรีย์กับความสูงของถังปฏิกริยาที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 3.0 กก. ซีโอดี/ม^{3}วัน แสดงในรูปที่ 5.4

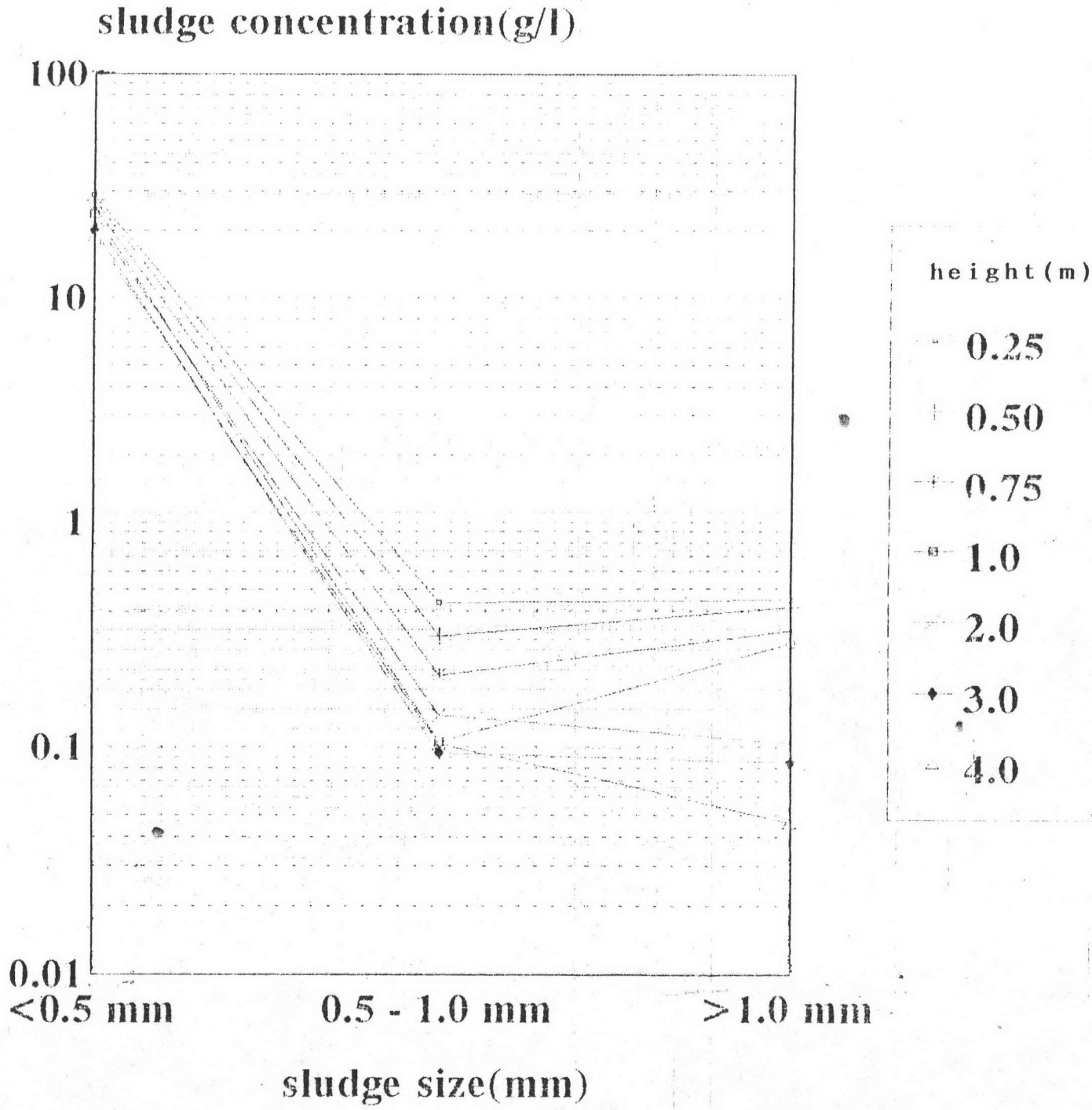
ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 3.5 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน สำหรับตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดมากกว่า 1 มม. ลักษณะการกระจายตัวจะเป็น 2 area เช่นเดียวกับอัตราป้อนสารอินทรีย์ 3.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน และมีความเข้มข้นของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์มากขึ้นเกือบทุกระดับความสูง กล่าวคือ พบว่าที่ระดับความสูง 0.25, 0.50, 0.75, 1, 2, 3, และ 4 เมตร จะมีความเข้มข้นของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น เป็น 0.4431, 0.413, 0.325, 0.288, 0.104, 0.085 และ 0.046 ก/ล ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันกับ ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ขนาด 0.5 - 1 มม. มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราป้อนสารอินทรีย์ 3.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน คือมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเป็น 0.433, 0.309, 0.208, 0.106, 0.138, 0.094 และ 0.103 ก/ล ที่ระดับความสูง 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 เมตร ตามลำดับ

ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ขนาดเล็กกว่า 0.5 มม. มีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนใกล้เคียงกันทุกระดับความสูง คือ มีปริมาณความเข้มข้น 28.74, 27.36, 25.29, 23.92, 21.86, 20.0 และ 18.95 ก/ล ที่ระดับความสูง 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 2.0,3.0 และ 4.0 เมตร ตามลำดับ

ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 3.5 กก.ซีโอดี / ม^{3}วัน ที่กล่าวถึงนี้ ถ้าแบ่งขอบเขตของตะกอนจุลินทรีย์ในถังหมัก โดยอาศัยปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ เป็นตัวจำแนกเช่นเดียวกับที่แบ่งไว้ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน จะพบว่าชั้น sludge bed จะขยายเพิ่มขึ้นจาก ระดับความสูง 1 เมตร ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2, 2.5 และ 3 กก.ซีโอดี / ม^{3}วัน เพิ่มขึ้นเป็น 2 เมตร ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 3.5 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน ในขณะเดียวกับชั้น sludge blanket จะมีระดับลดลง จากระดับตั้งแต่ 1 - 4 เมตร เหลือเพียงอยู่ที่ระดับความสูง 2 - 4 เมตร เท่านั้น รูปที่ 5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของถังปฏิกริยากับปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 3.5 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน

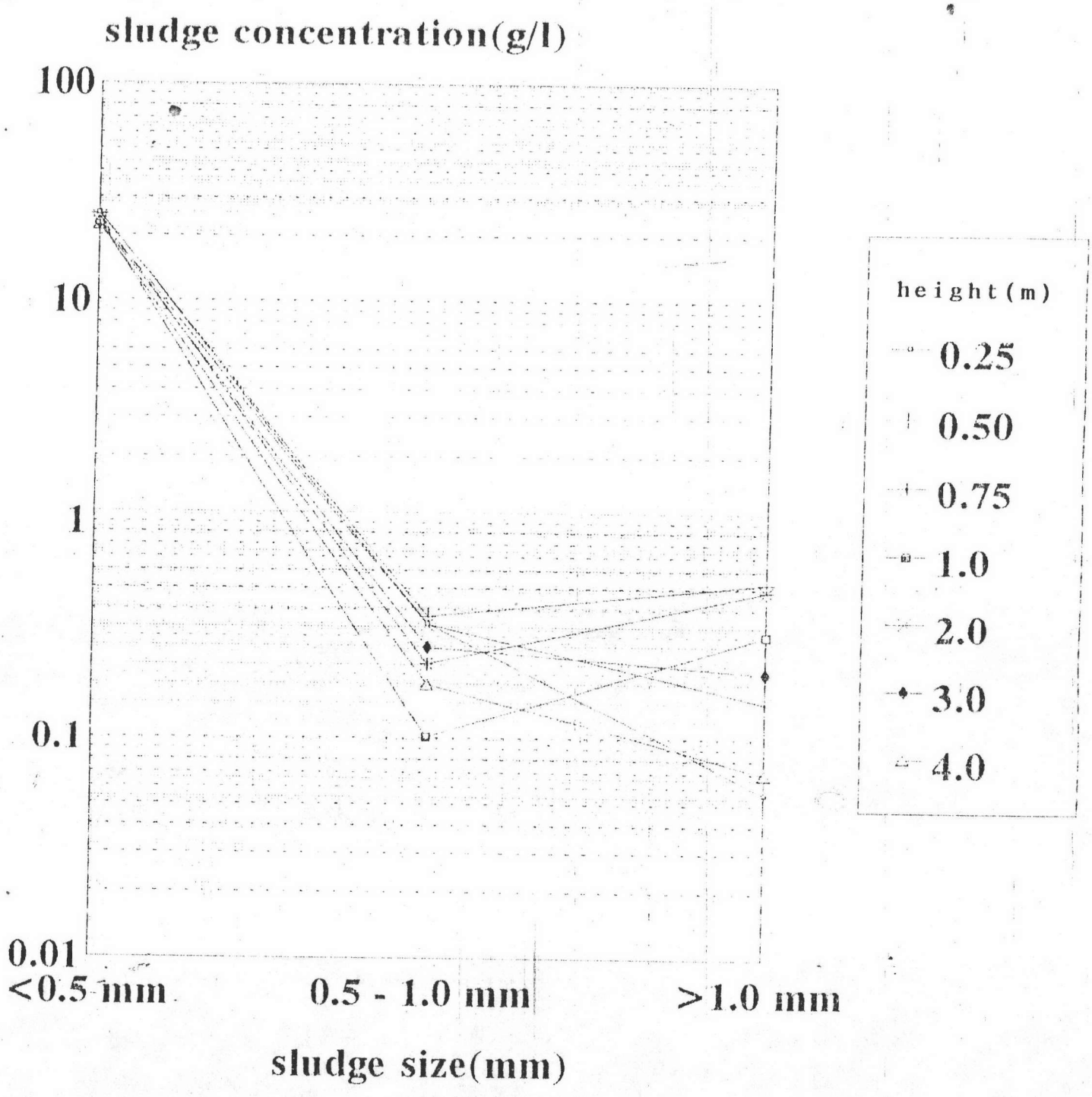


รูปที่ 5.4 ปริมาณตะกอนแบคทีเรียขนาดต่าง ๆ ที่ระดับความสูงต่าง ๆ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 3.0 กก.ซีโอดี/ม^3.วัน



รูปที่ 5.5 ปริมาณตะกอนแบคทีเรียขนาดต่าง ๆ ที่ระดับความสูงต่าง ๆ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 3.5 กก.ซีโอดี/ม^3.วัน

ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 4.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน พบว่าเกิดตะกอนเม็ด (granular) เพิ่มขึ้นโดยพิจารณาตะกอนขนาดใหญ่กว่า 0.5 มม. ขึ้นไป โดยที่ปริมาณตะกอนเม็ดจะมีมากบริเวณระดับความสูง 0 - 0.50 เมตร และพบตะกอนเม็ดกระจายอยู่ทุกระดับความสูงของถังหมัก กล่าวคือ สำหรับ ตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มม.จะมีปริมาณความเข้มข้น ตะกอนจุลินทรีย์ 0.506, 0.525, 0.485, 0.301, 0.147, 0.201 และ 0.069 ก/ล ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาด 0.5 - 1 มม. มีความเข้มข้น 0.343, 0.368, 0.223, 0.101, 0.339, 0.266 และ 0.179 ก/ล ที่ระดับความสูง 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 เมตร ตามลำดับ ซึ่งบ่งบอกถึง ระบบมีอัตราการเพิ่มตะกอนเม็ด (granule) ค่อนข้างสูง ในขณะเดียวกันก็มีอัตราการผลิตแก๊สสูง จึงทำให้ฟองแก๊สพยุงตะกอนจุลินทรีย์ ให้ลอยขึ้น ทำให้สามารถตรวจพบตะกอนเม็ดได้โดยทั่วไปในถังหมัก ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 มม. ก็มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก คือมีปริมาณความเข้มข้นของตะกอน 25.14, 24.84, 23.90, 22.93, 19.60, 22.44 และ 22.21 ก/ล ที่ระดับความสูง 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0, และ 4.0 ม. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ กับระดับความสูงของถังปฏิกริยาที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 4.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน แสดงไว้ในรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 ปริมาณตะกอนแบคทีเรียขนาดต่าง ๆ ที่ระดับความสูงต่าง ๆ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 4.0 กก.ซีโอดี/ม^3·วัน

จากลักษณะการกระจายของตะกอนจุลินทรีย์ และปริมาณความเข้มข้นของตะกอนที่เปลี่ยนแปลง สามารถนำมาสรุปไว้ในตารางที่ 5.8, 5.9 และ 5.10

ตารางที่ 5.8 ความสัมพันธ์ ระหว่างอัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) กับปริมาณของตะกอนจุลินทรีย์ (sludge mass) ขนาดต่าง ๆ ของถังหมัก

sludge size	sludge mass (kg/m3.reactor) organic loading (kgCOD/m3d)				
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
> 1 มม.	0.038	0.034	0.052	0.070	0.085
0.5 - 1.0 มม.	0.032	0.042	0.058	0.069	0.120
< 0.5 มม.	10.790	10.440	9.830	10.050	10.190

ตารางที่ 5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนเม็ด (granular), ตะกอนเบา (flocculant) กับการเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์

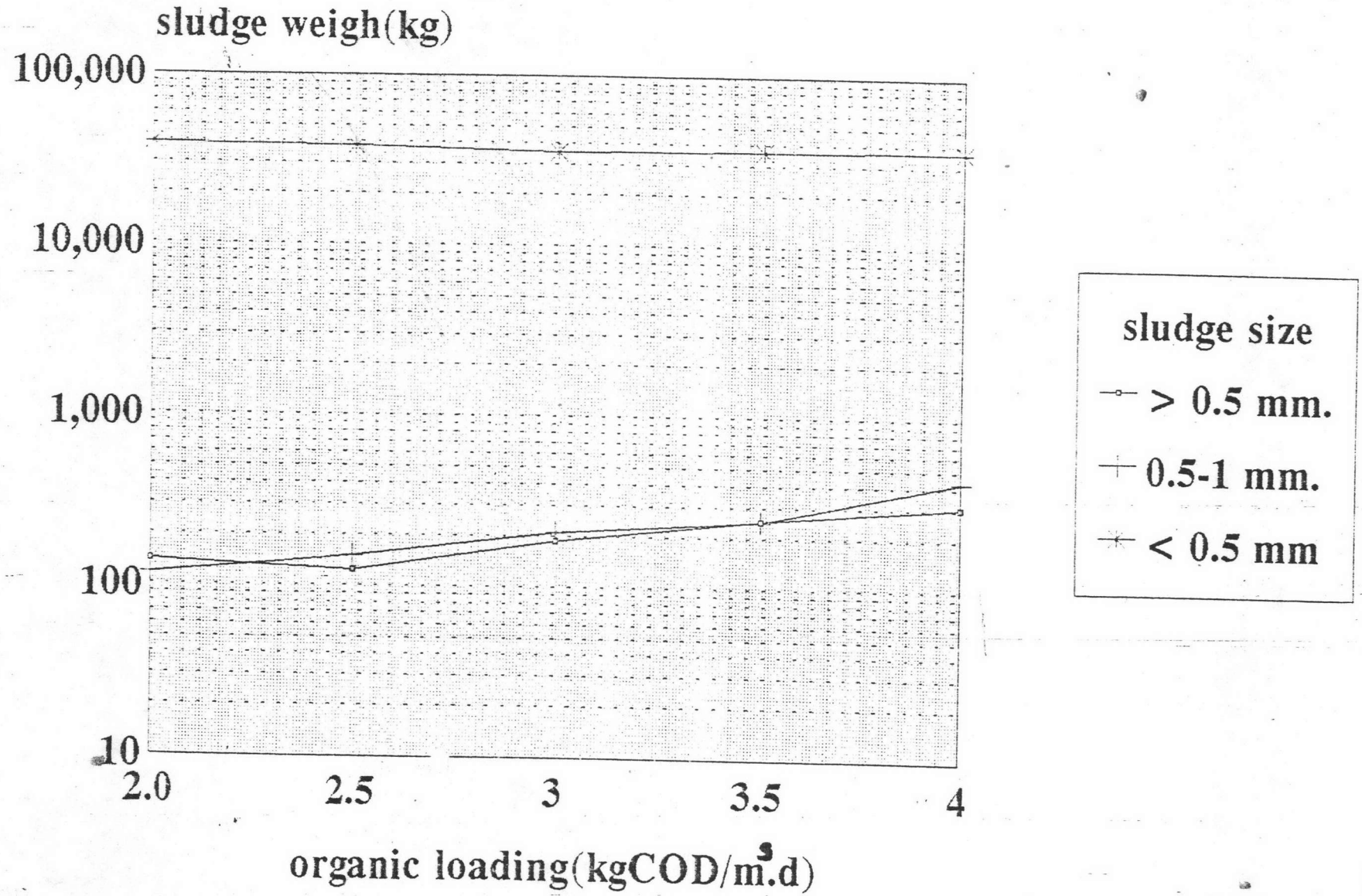
sludge profile	sludge mass (kg/m3.reactor) organic loading (kgCOD/m3d)				
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
glanular sludge (> 0.5 mm.)	0.07	0.076	0.11	0.139	0.205
flocculant sludge (< 0.5 mm.)	10.79	10.44	9.83	10.05	10.19

ตารางที่ 5.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนเม็ด (granular), ตะกอนเบา (flocculant) ทั้งหมดในถังหมัก (เปอร์เซนต์) กับการเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์

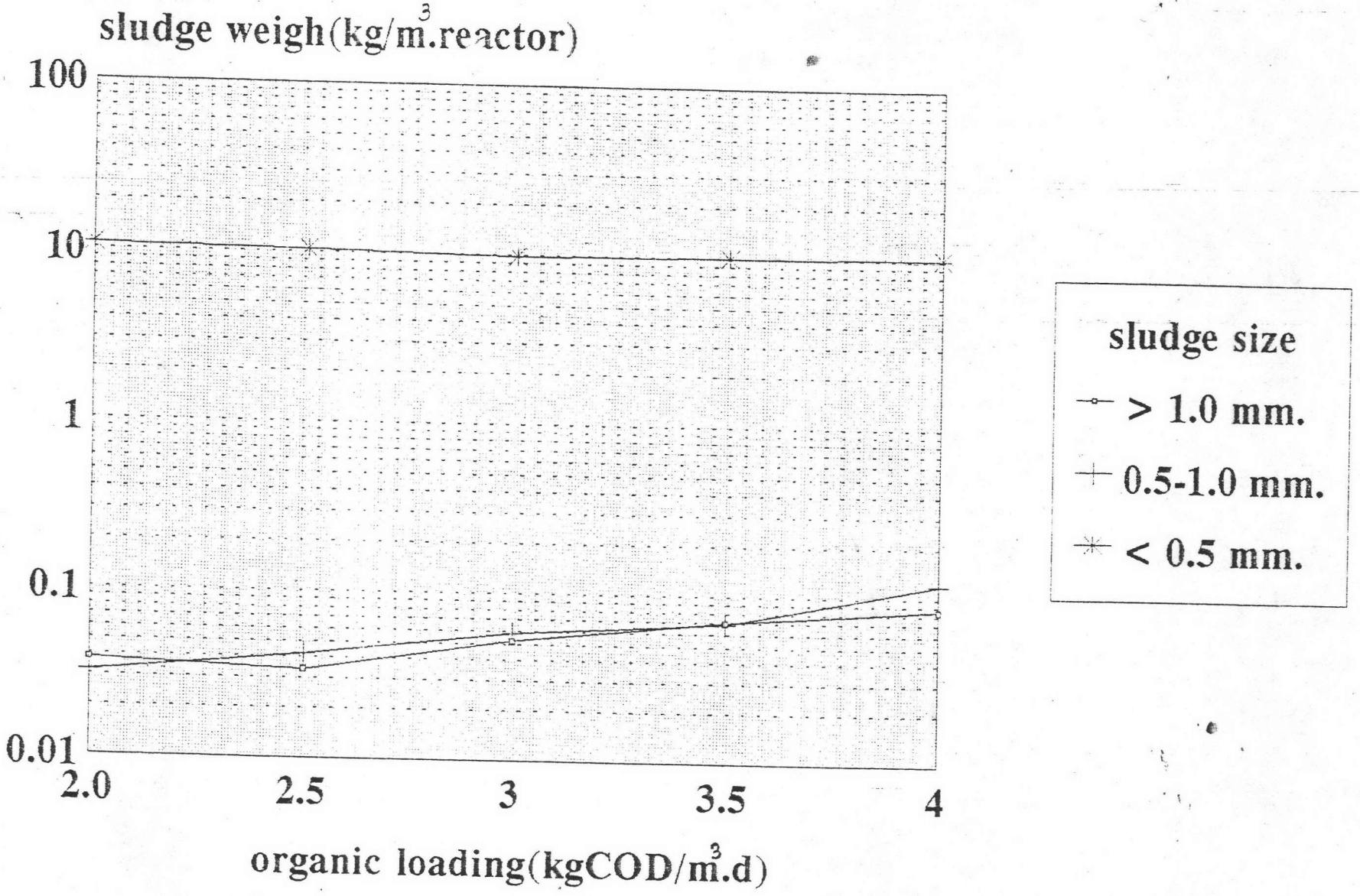
sludge size	sludge mass (kg/m3.reactor) organic loading (kgCOD/m3d)				
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
(> 0.5 mm.)	0.64%	0.72%	1.11%	1.36%	1.97%
(< 0.5 mm.)	99.36%	99.28%	98.89%	98.64%	98.03%

จากตารางที่ 5.8 จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณามวลรวมของระบบจะพบว่าสำหรับตะกอนจุลินทรีย์ชนิดเม็ด (granular sludge) หรือตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มม. และ 0.5-1.0 มม. จะมี แนวโน้มรวมเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ตะกอนขนาดใหญ่กว่า 1 มม. จะมีปริมาณเท่ากับ 0.038, 0.034, 0.052, 0.070 และ 0.085 กก/ม^3.ถังหมัก ตะกอนที่มีขนาด 0.5 - 1.0 มม. มีปริมาณ 0.032, 0.042, 0.058, 0.069 และ 0.120 กก/ม^{3}ถังหมัก ตามอัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กก. ซีโอดี/ม^{3}วัน ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่า สำหรับตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มม. เมื่อพิจารณา ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.5 กก.ซีโอดี / ม^{3}วัน จะเห็นว่าปริมาณตะกอนจะลดลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0 กก.ซีโอดี / ม^{3}วัน แล้วจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์เป็น 3.0, 3.5 และ 4.0 กก.ซีโอดี /ม^{3}วัน

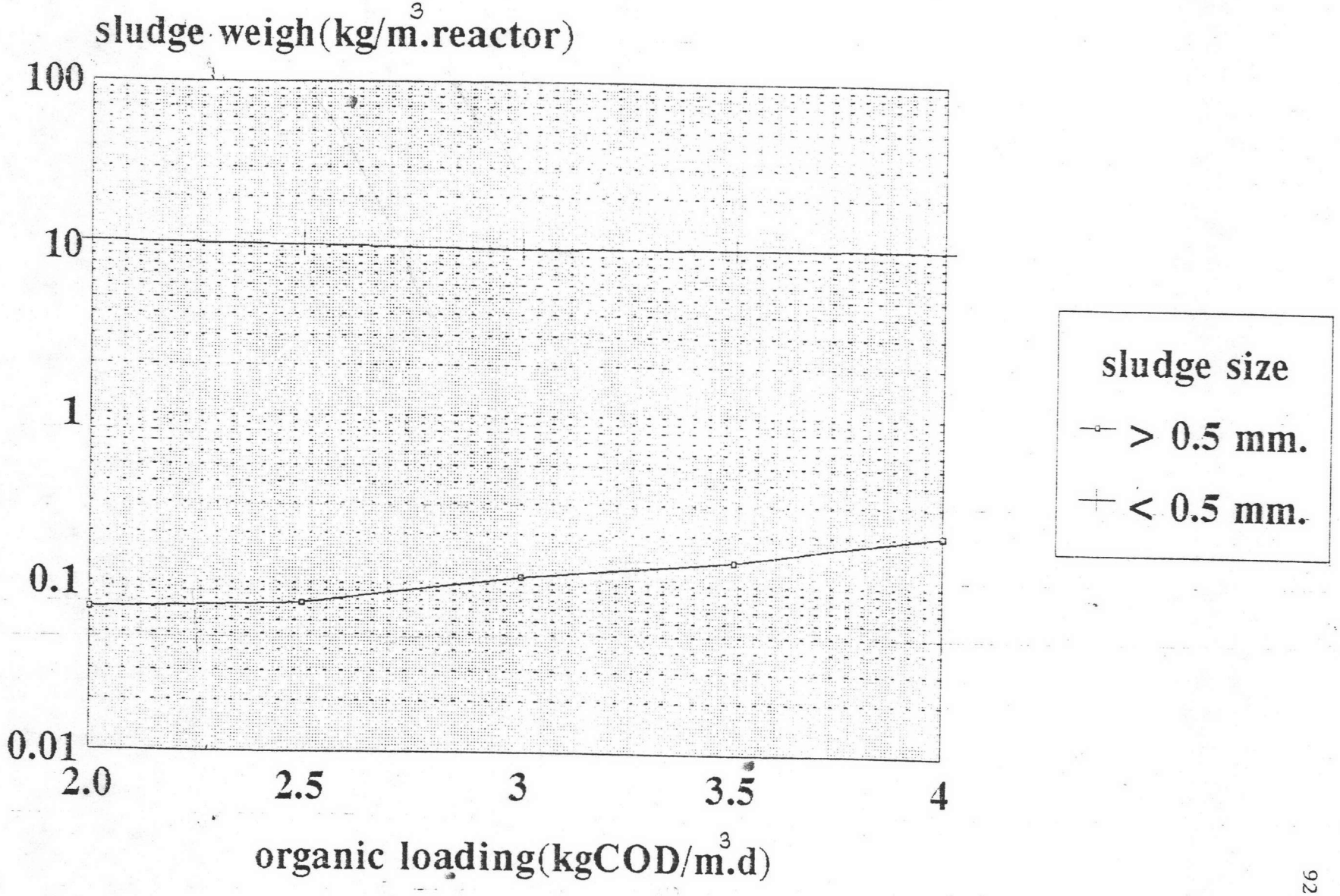
ที่เป็นเช่นนี้เข้าใจว่า ตะกอนเม็ดมีการหลุดออก (wash out) จากถังหมักค่อนข้างสูง แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงปริมาณตะกอนเม็ด (granular sludge) หรือตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.5 มม. โดยรวมของถัง จะเห็นได้ว่า มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ให้กับระบบ กล่าวคือ ระบบมีปริมาณตะกอนเม็ดที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.5 มม.โดยรวมเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.070, 0.076, 0.110, 0.139 และ 0.205 กก./ม^{3}ถังหมัก หรือเท่ากับ 0.64 %, 0.72 %, 1.11 %, 1.36 % และ 1.97% ของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ทั้งหมด เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์เป็น 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กก. ซีโอดี/ม^{3}วัน ดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 5.9 และ 5.10 ในขณะเดียวกัน สำหรับตะกอนเบา (flocculant sludge) หรือตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 มม. จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ กล่าวคือ มีปริมาณตะกอนเท่ากับ 10.79, 10.44, 9.83, 10.05 และ 10.19 กก./ม^{3}ถังหมัก หรือเท่ากับ 99.36%, 99.28 %, 98.89 %, 98.64 % และ 98.03 % ของตะกอนจุลินทรีย์ทั้งหมด เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์เป็น 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน ดังแสดงในตารางที่ 5.9 และ 5.10 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากว่าเมื่อเพิ่มปริมาณป้อนสารอินทรีย์ให้กับระบบ ปริมาณแก๊สก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ฟองแก๊สที่เกิดภายในถังหมักจะเป็นตัวการสำคัญในการที่ทำให้ ตะกอนที่มีน้ำหนักเบาหลุดออกไป และอีกประการหนึ่งตะกอนที่มีขนาดเล็กมีการเจริญเติบโต เปลี่ยนเป็นตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและจมตัวลงสู่ชั้นตะกอนหนัก(sludge bed) ดังจะเห็นได้จากมีตะกอนเม็ดโดยรวมเพิ่มขึ้น ดังที่กล่าวไปแล้ว อย่างไรก็ตาม การหลุดออก (wash out) ของตะกอนเบา ไม่มีผลต่อสมดุลของระบบแต่อย่างใดดังจะเห็นได้จากระบบ มีปริมาณตะกอนเม็ด และอัตราการผลิตแก๊สเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง



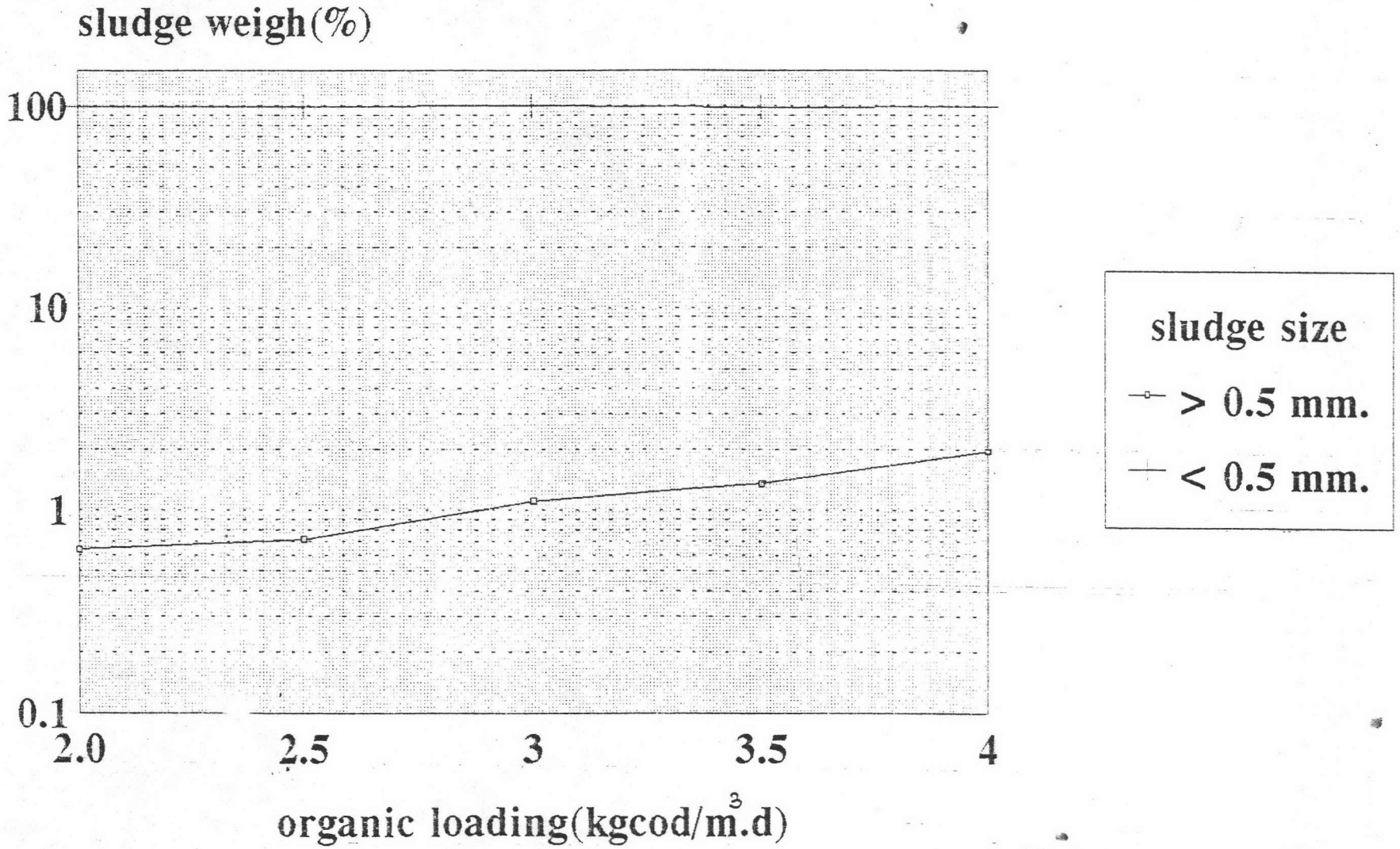
รูปที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ (sludge mass)
ขนาดต่าง ๆ ในถังหมัก กับการเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์



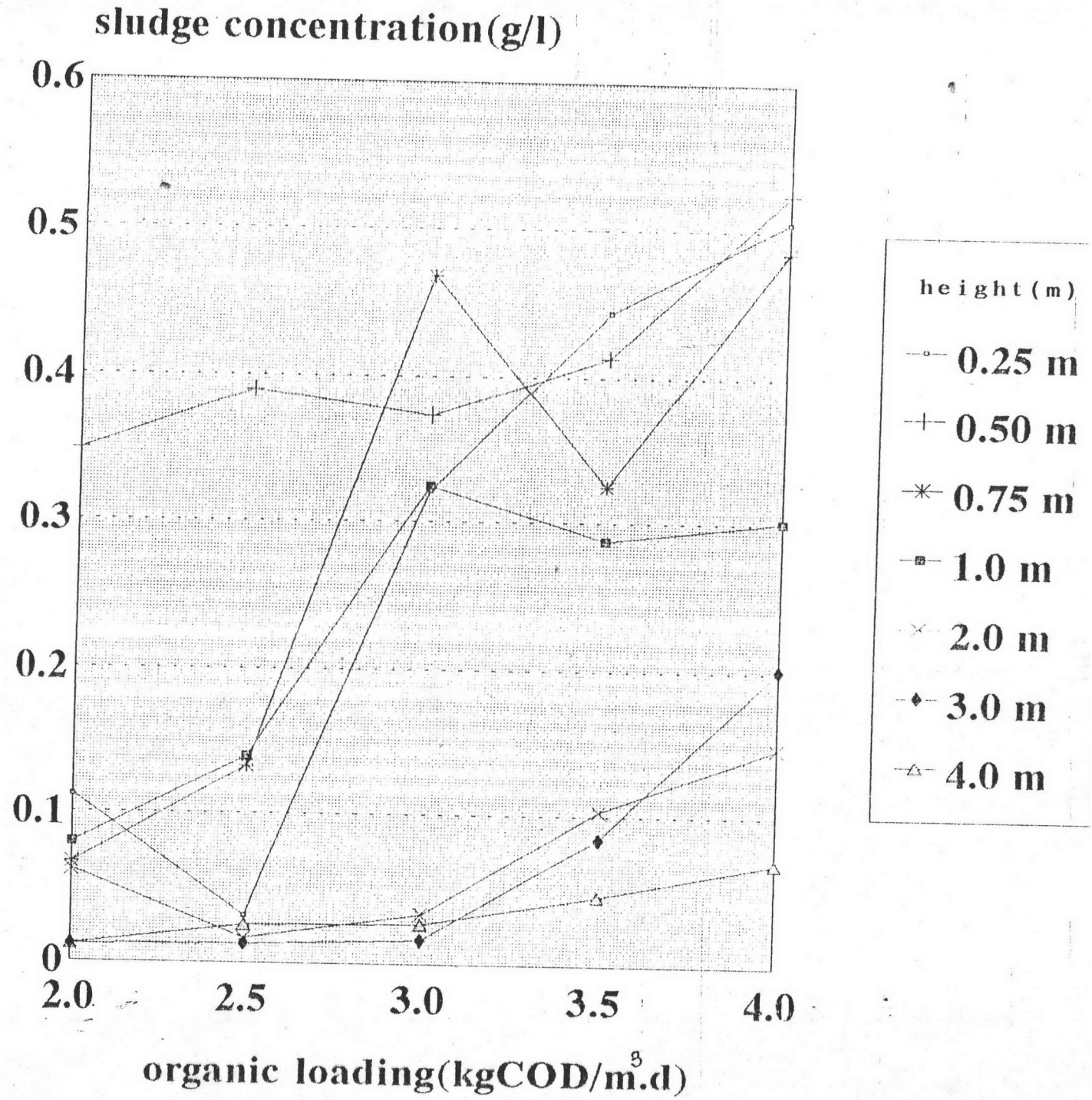
รูปที่ 5.8 ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ขนาดต่าง ๆ รวมกับอัตราป้อนสารอินทรีย์เปลี่ยนแปลงไป



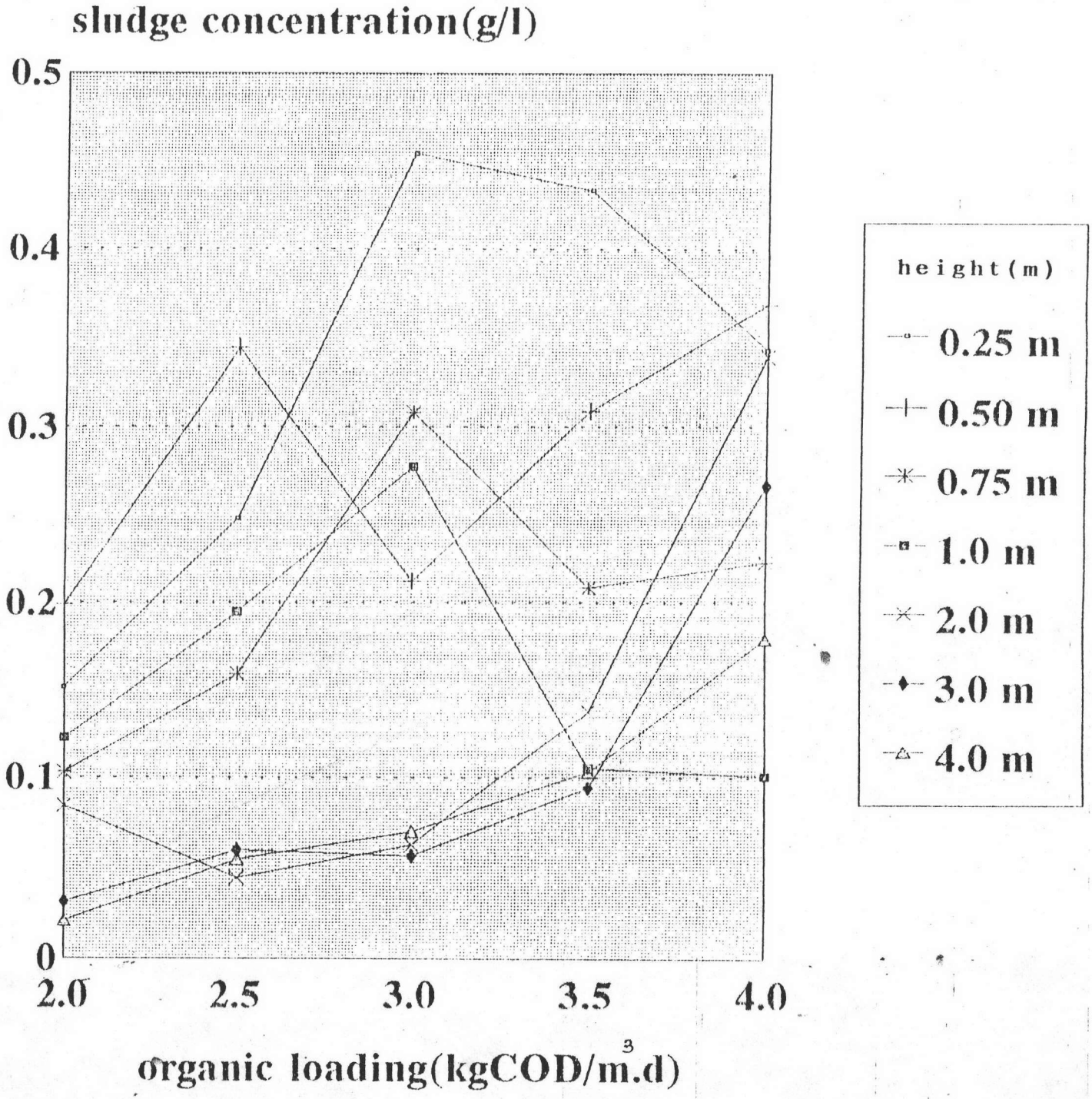
รูปที่ 5.9 ปริมาณตะกอนเม็ด (granular) และตะกอนเบา (flocculant)
กับอัตราป้อนสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น



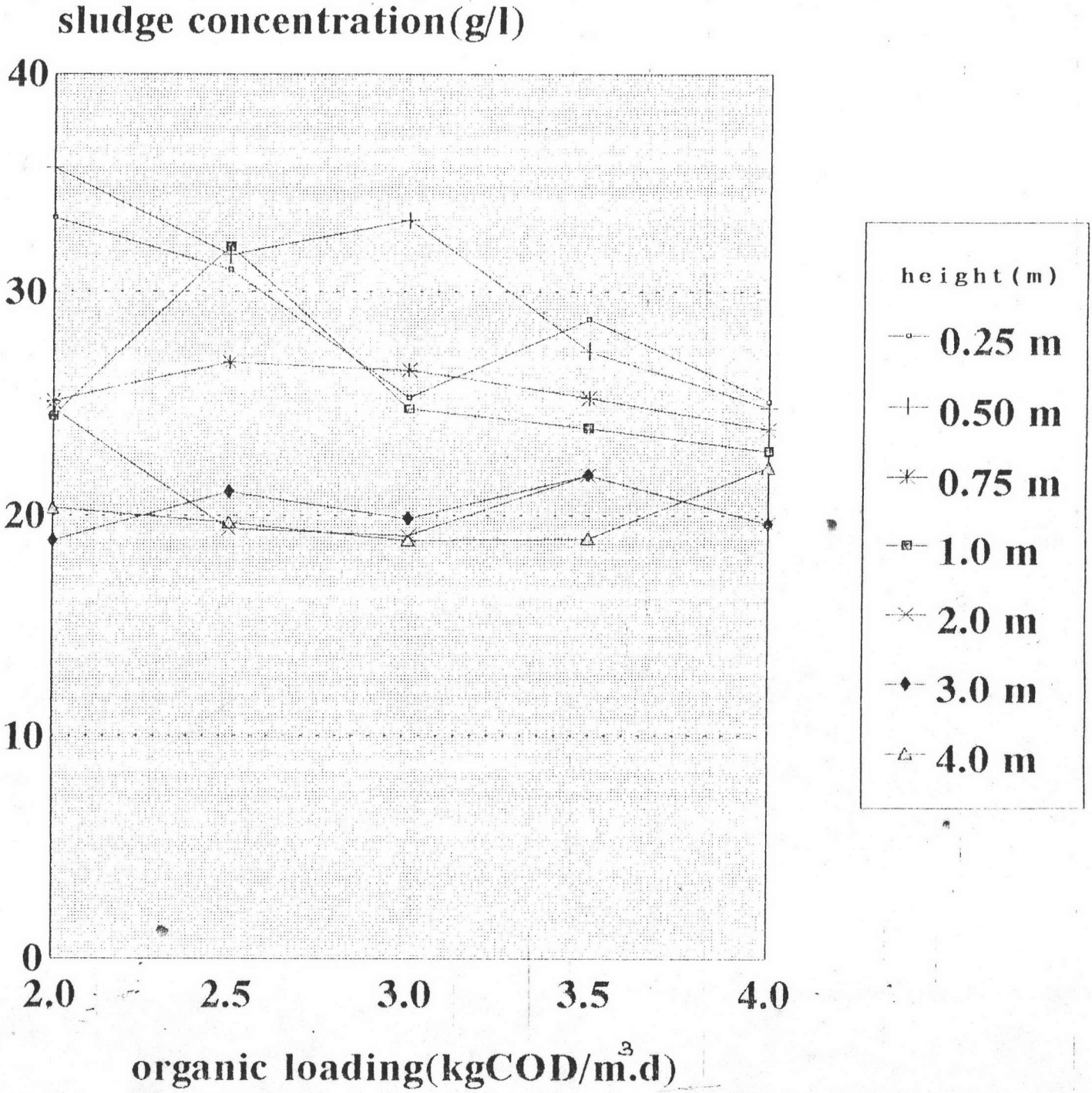
รูปที่ 5.10 ปริมาณตะกอนเม็ด และตะกอนเบาทั้งหมดในถังหมัก เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์



รูปที่ 5.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ ขนาดใหญ่กว่า 1 มม. ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ และระดับความสูงต่าง ๆ



รูปที่ 5.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ ขนาด 0.5-1 มม. ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ และระดับความสูงต่าง ๆ



รูปที่ 5.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ขนาดเล็กกว่า 0.5 มม. ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ และระดับความสูงต่างๆ

5.2 ประสิทธิภาพของระบบยูเอเอสบี

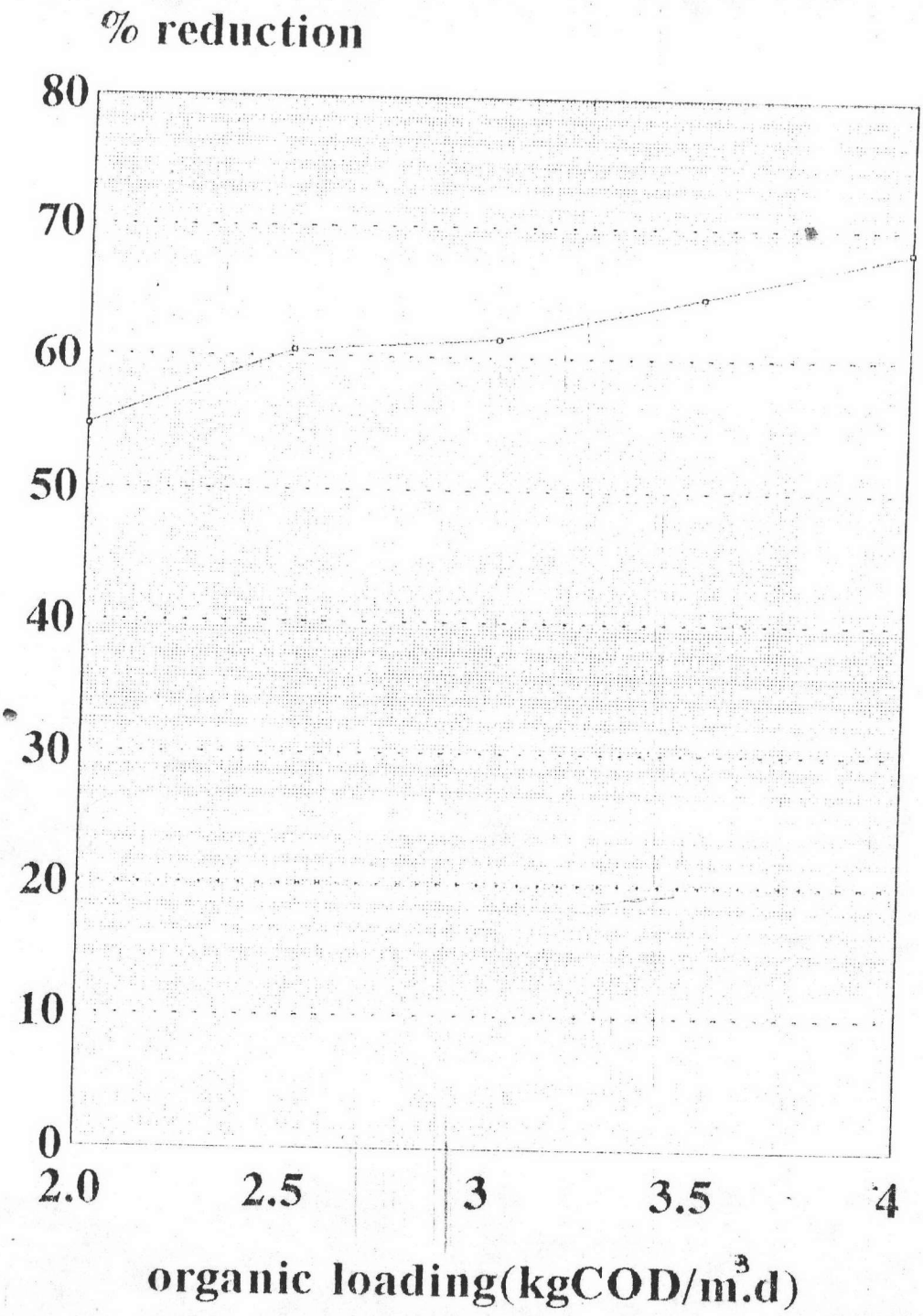
5.2.1 ประสิทธิภาพการลดซีโอดี (COD reduction)

ตารางที่ 5.11 และ รูปที่ 5.14 แสดงประสิทธิภาพการลดซีโอดีที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่าง ๆ

ตารางที่ 5.11 ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่าง ๆ

Organic loading (kg COD/m^3d)	COD reduction (%)
2.0	54.74
2.5	60.50
3.0	61.40
3.5	64.70
4.0	68.40

โดยประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับโดยเป็น 54.74 %, 60.50 %, 61.40% และ 68.40% ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน ซึ่งหมายความว่า ประสิทธิภาพรวมของระบบ มีความสามารถกำจัดซีโอดี อยู่ในช่วงระหว่าง 54 - 69 % ซึ่งกล่าวได้ว่ามีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียประเภทอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นลักษณะเฉพาะของน้ำกากส่า น้ำกากส่าเมื่อผ่านการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้ ยังมีค่าซีโอดีสูงอยู่กว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมที่กำหนดค่าบีโอดีไว้ต่ำเพียง 20 มก./ล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องผ่านการบำบัดขั้นตอนที่สอง เพื่อลดค่าบีโอดีให้เป็นไปตามค่ามาตรฐาน



รูปที่ 5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการลดซีโอดี (COD reduction) กับอัตราการป้อนสารอินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงไป

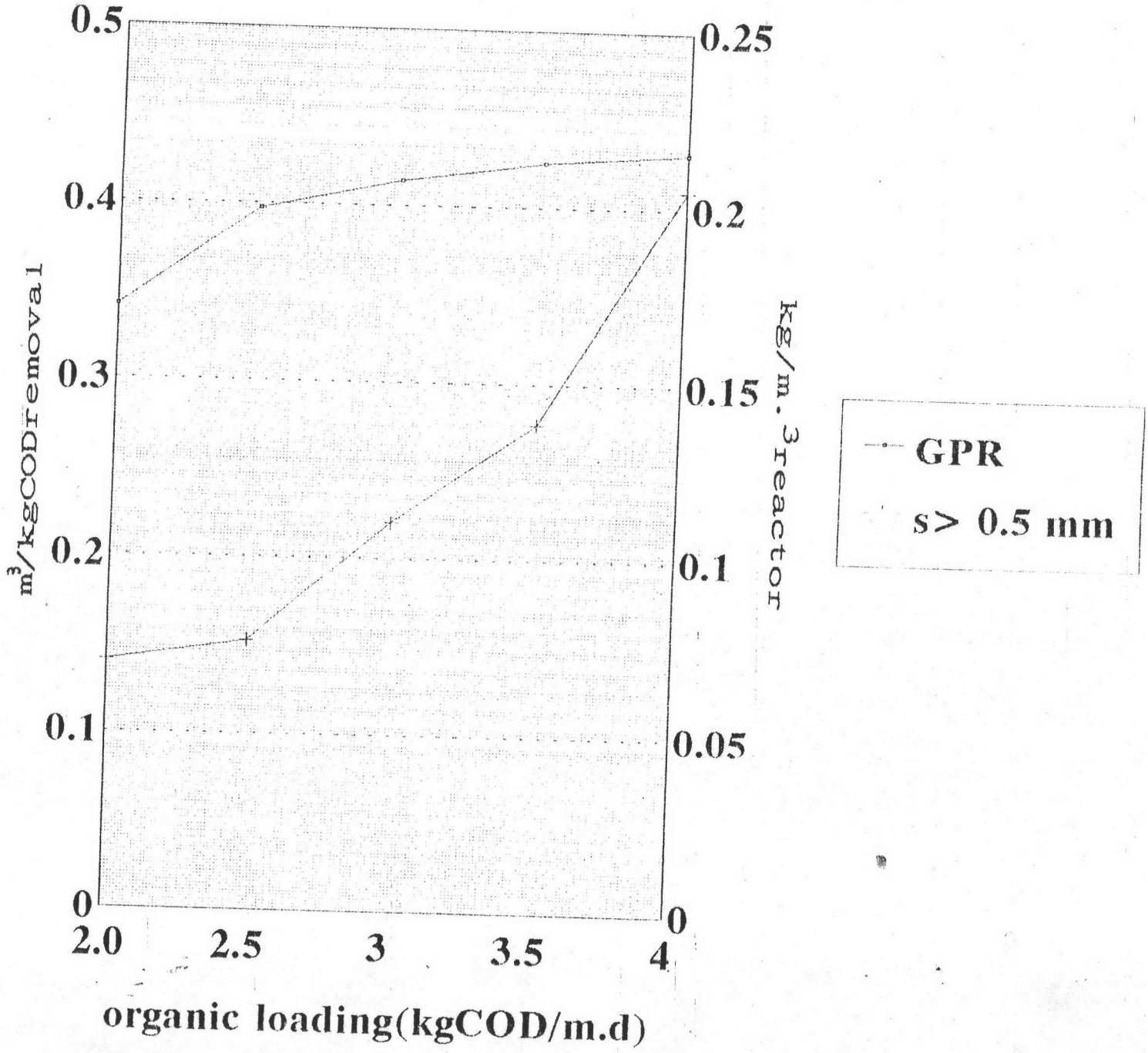
5.2.2 การผลิตแก๊สชีวภาพ

ตารางที่ 5.12 และ รูปที่ 5.15 แสดงอัตราการผลิตแก๊สชีวภาพ, ประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพและองค์ประกอบแก๊สชีวภาพ ซึ่งจะเห็นว่าอัตราผลิตแก๊สชีวภาพเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์เพิ่มสูงขึ้น ส่วนประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพ โดยคำนวณเป็น $ม^3$/กก.ซีโอดี ที่กำจัด พบว่ามีค่าสูงขึ้นเมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์เพิ่มสูงขึ้น ส่วนองค์ประกอบคาร์บอนไดออกไซด์ในแก๊สชีวภาพมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์เพิ่มสูงขึ้น

จากปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความเข้มข้นของตะกอนเม็ดที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.5 มม. จะเห็นได้ว่าอัตราการผลิตแก๊สชีวภาพจะมีความแปรผันตรงกับปริมาณตะกอนเม็ดที่เพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้นได้ทำให้ตะกอนแบคทีเรียขนาดใหญ่กว่า 0.5 มม. มีสัดส่วนสูงขึ้นซึ่งตะกอนแบคทีเรียขนาดใหญ่นี้มีประสิทธิภาพสูง ดังจะกล่าวต่อไป

ตารางที่ 5.12 อัตราและประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่าง ๆ ของระบบหมักยูเอเอสบี

COD loading (kg/m^3d)	Gas Production rate (m^3d)	Biogas Yield		% CH4	% CO2
		m^3/kgCOD.feed	m^3/kgCOD.removal		
2.0	1703	0.284	0.371	62	38
2.5	2280	0.304	0.397	63	37
3.0	3012	0.335	0.414	62	38
3.5	3624	0.345	0.425	65	35
4.0	4267	0.356	0.431	65	35



รูปที่ 5.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการผลิตแก๊สชีวภาพกับอัตราป้อนสารอินทรีย์ และปริมาณตะกอนเม็ดที่เปลี่ยนแปลงไป

5.2.3 การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันระเหยง่าย (volatile fatty acid)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบ มีแบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสร้างกรด และกลุ่มสร้างมีเทน โดยมีการใช้กรดไขมันระเหยง่าย (VFA) เป็นผลิตภัณฑ์ระหว่างกลาง (intermediate product) ในการสร้างเซลล์ กรดไขมันระเหยง่ายอาจสะสมได้ในกรณีที่ระบบไม่อยู่ในสมดุล กล่าวคือ มีการสร้างกรดไขมันระเหยง่ายมากกว่าใช้ ถ้ามีการสะสมกรดไขมันระเหยง่ายเกิดขึ้นในเกิดขึ้นในระบบ ในช่วงแรก จะลดค่า alkalinity ก่อนจนกระทั่งหมดแล้ว ถ้ายังมีการสะสมกรดอยู่อีก ในที่สุดค่า pH จะลดลง ถ้า pH ต่ำกว่า 6.5 จะทำให้แบคทีเรียพวกสร้างมีเทนเสียสมดุล โดยทั่วไปปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายในทั้งหมดไม่ควรเกิน 2,000 มก/ล. แต่อาจทนได้ถึง 5,000 มก/ล.

จากการทดลองพบว่า ค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่าย (VFA) ก่อนเข้าถังปฏิกริยามีความเข้มข้นเท่ากับ 2714, 2742, 2794, 2957 และ3211 มก./ลิตร และเมื่อวัดค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่าย ภายในถังปฏิกริยา พบว่ามีความเข้มข้นเท่ากับ 4157, 4315, 4423, 4920 และ 5713 มก/ล ส่วนค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายหลังจากออกจากถังปฏิกริยามีความเข้มข้น 180, 183, 183, 216 และ224 มก/ลิตร ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2, 2.5, 3.0,3.5 และ 4.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราการป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้น อัตราการใช้กรดไขมันระเหยง่ายของระบบก็จะเพิ่มขึ้นตาม เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องไปสร้างเซลล์และใช้เป็นสารอาหาร ซึ่งก็สอดคล้องกับจำนวนตะกอนเม็ดในระบบมีปริมาณมากขึ้นนั้นเอง และพบว่า ความเข้มข้นกรดไขมันระเหยง่ายสูงขึ้นเมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากมีการสะสมของกรดไขมันระเหยง่าย ซึ่งเนื่องมาจากอัตราการใช้กรดไขมันระเหยง่ายต่ำกว่าอัตราสร้างกรดไขมันระเหยง่ายนั้นเอง

สำหรับค่า pH ในถังปฏิกิริยา พบว่ามีค่าเท่ากับ 7.54, 7.66,7.65, 7.59 และ7.35 ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0, 2.5,3.0, 3.5 และ 4.0กก.ซีโอดี/ม^3.วัน ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงที่เป็นกลาง เมื่อทำการตรวจวัดค่า alkalinityของถังหมักยูเอเอสบี ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ พบว่า มีค่าสูงถึง 6150, 6318, 6701,6115 และ6513 มก/ล ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน ตามลำดับ ซึ่งกล่าวได้ว่ามีค่าสูงอยู่ ดังนั้นปริมาณความเข้มข้นกรดไขมันระเหยง่ายสูงถึง 5713 มก/ล ไม่ส่งผลอันตรายต่อการทำงานของระบบหมักยูเอเอสบีแต่อย่างไร จึงสรุปได้ว่า ระบบหมักยูเอเอสบีมีเสถียรภาพสูงในช่วงเดินระบบ

5.3 ความสามารถของตะกอน (sludge activity)

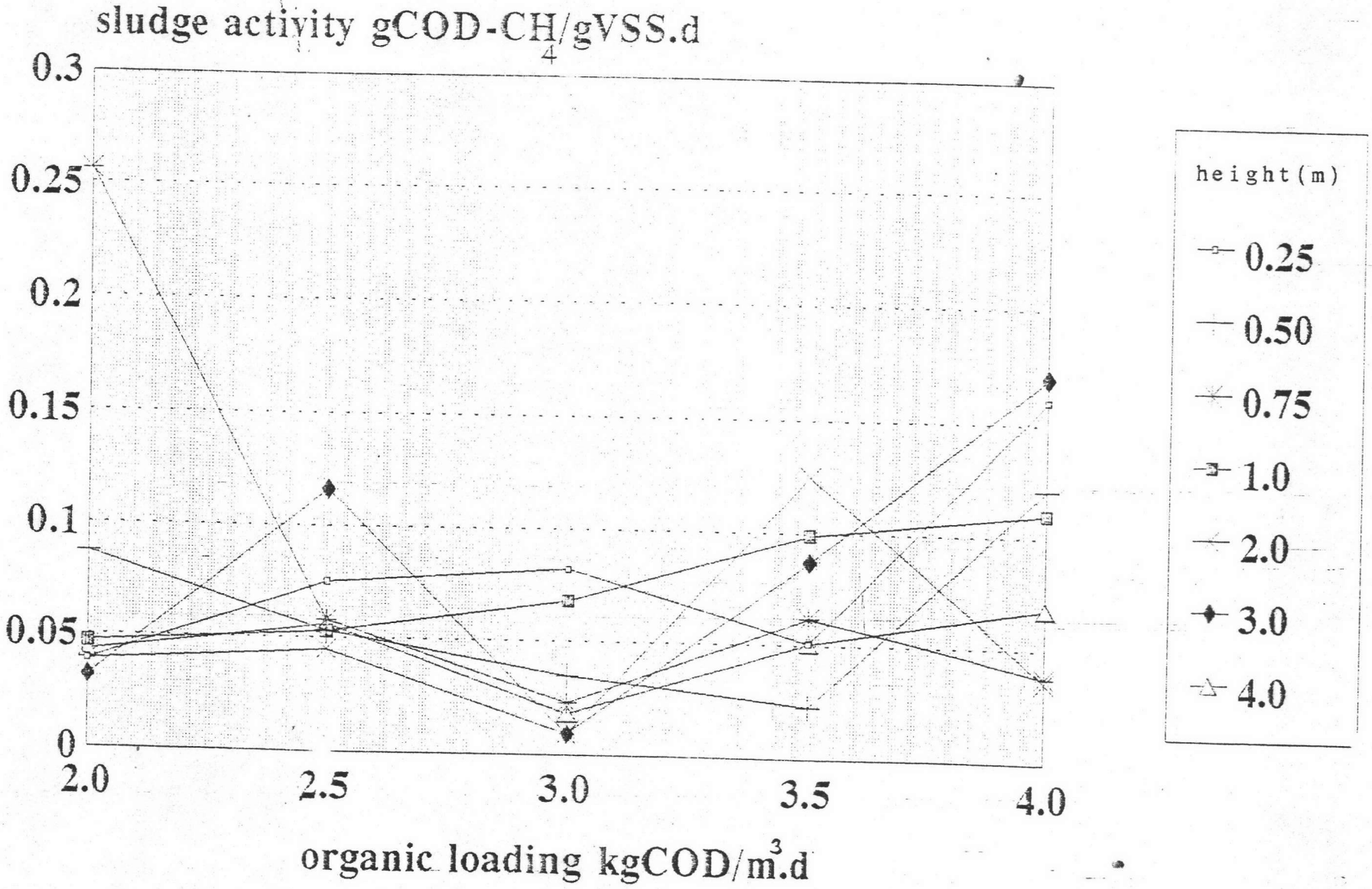
ในการทดลองนี้ ได้นำตะกอนจุลินทรีย์ ที่ระดับความสูงต่างๆ ในถังปฏิกริยา คือ ที่ระดับความสูง 0.25 , 0.50 , 0.75 , 1.0 , 2.0 , 3.0 และ 4.0 เมตร ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) 2.0 , 2.5 , 3.0 , 3.5 และ 4.0 กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน ตามลำดับ มาทำการทดลอง ค่าความสามารถของตะกอน (sludge activity) ดังได้กล่าวในรายละเอียดในหัวข้อ 4.2.3 โดยทำการบันทึกผลปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน และนำผลที่ได้ มาคำนวนหา ความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์ ในเทอมของ กรัมซีโอดี - มีเทน/กรัมวีเอสเอส.วัน (gCOD-CH_4/gVSS.d) การคำนวณหาค่าความสามารถของตะกอน ได้แสดงใน ภาคผนวก ค. ผลการทดลองหาค่าความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.13 และ รูปที่ 5.16 และ 5.17

จากผลการทดลองพบว่า ความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์ (sludge activity) สูง เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ สำหรับตะกอนจุลินทรีย์ที่ระดับความสูง0.25 ม. กล่าวคือ ค่าความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 0.039,0.075, 0.082, 0.051 และ 0.160 กรัมซีโอดี-มีเทน/กรัมวีเอสเอส.วัน เมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์ของระบบมีค่าเท่ากับ 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กก.ซีโอดี/ม^3.วัน ในทำนองเดียวกันกับที่ระดับความสูง 1.0 เมตร ความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์ มีค่าเท่ากับ 0.047, 0.053, 0.068, 0.099 และ 0.110 กรัมซีโอดี-มีเทน/กรัมวีเอสเอส.วัน เมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์เพิ่มสูงขึ้น สำหรับค่าความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์ที่ระดับความสูง 0.50 และ0.75 เมตร จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่สม่ำเสมอ กล่าวคือ ที่ระดับความสูง 0.50 ม. ความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 0.087, 0.053, 0.035, 0.023 และ 0.121 กรัมซีโอดี-มีเทน/กรัมวีเอสเอส.วัน และที่ระดับความสูง 0.75 ม. ตะกอนจุลินทรีย์มีค่าความสามารถเท่ากับ 0.246, 0.058. 0.023, 0.062 และ 0.038 กรัมซีโอดี -มีเทน/กรัมวีเอสเอส.วัน เมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์มีค่า เท่ากับ 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กก.ซีโอดี/ม^3.วัน สาเหตุที่ค่าความสามารถของตะกอนที่แปรผัน ไม่แน่นอนที่ระดับความสูง 0.5 และ 0.75 ม. เกิดจาก ความปั่นป่วนของตะกอนจุลินทรีย์ในชั้น sludge bed อันเนื่องมาจาก การป้อนน้ำเสียเข้าทางก้นถัง และ ผลกระทบจากการที่ตะกอนจุลินทรีย์ถูกยกขึ้น โดยฟองแก๊สที่เกิดขึ้นในถังปฏิกริยา

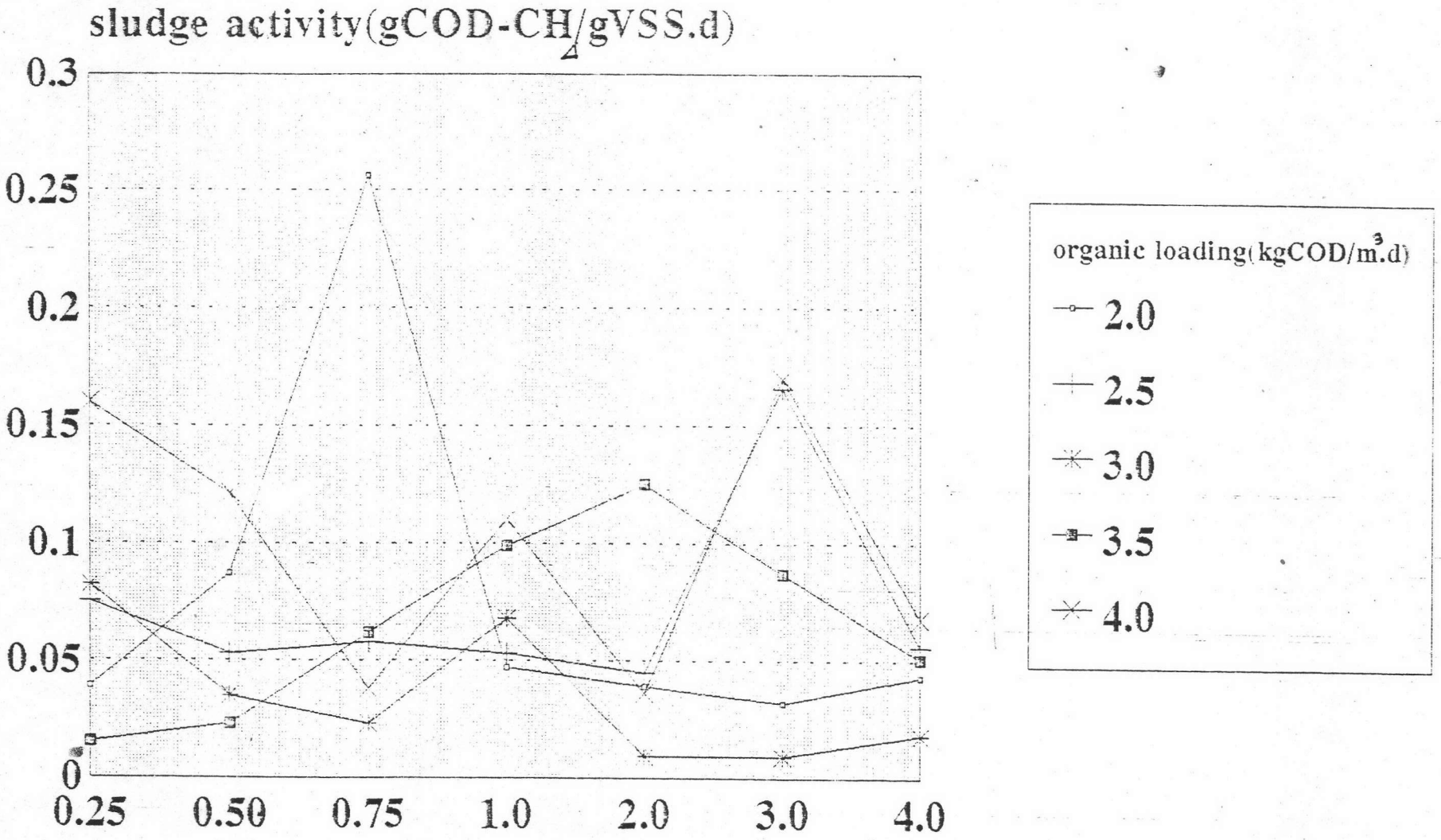
สำหรับในเขตของชั้น sludge blanket หรือที่ระดับความสูง ตั้งแต่ 1.0 ม. ขึ้นไป พบจุลินทรีย์ที่มีความสามารถตะกอนต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับตะกอนที่ระดับความสูงต่ำกว่า 1 ม. แต่อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองพบสิ่งที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งคือ เมื่อทำการเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ให้แก่ระบบ พบว่า ความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์โดยรวม(total - sludge activity) ก็จะเพิ่มขึ้นตาม ซึ่งน่าจะเป็นการชี้บ่งถึง ตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ มีขนาดโตขึ้น และมีปริมาณมากขึ้นนั้นเอง

ตารางที่ 5.13 ค่าความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์ (sludge activity) ที่ระดับความสูงต่าง ๆ ในถังปฏิกริยา ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่าง ๆ (organic loading)

ระดับความสูง (เมตร)	ความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่าง ๆ (กก./ม^3.วัน)				
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
0.25	0.039	0.075	0.082	0.051	0.160
0.50	0.087	0.053	0.035	0.023	0.121
0.75	0.256	0.058	0.023	0.062	0.038
1.00	0.047	0.053	0.068	0.099	0.110
2.00	0.039	0.045	0.009	0.125	0.036
3.00	0.032	0.166	0.009	0.087	0.170
4.00	0.043	0.056	0.018	0.051	0.068



รูปที่ 5.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถตะกอนจุลินทรีย์ (sludge activity)
ที่ระดับความสูงต่างๆ กับการเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์



รูปที่ 5.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถตะกอนจุลินทรีย์ (siudge activi

ที่ระดับความสูงต่างๆ กับการเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์