

การตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำน้ำเลย

(Sedimentation in Nam Loei Reservoir)

รศ. ธวัช สิงห์ภู

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1. บทนำ

อ่างเก็บน้ำน้ำเลยสร้างอยู่บนลำน้ำเลย โดยกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมที่บริเวณ บ้านห้วยกะปิ๊ะ กิ่งอำเภอกุหลาบ จังหวัดเลย (รูปที่ 1) มีพื้นที่ที่รับน้ำประมาณ 437.98 ตร.กม. ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำประมาณ 219.45 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี อ่างเก็บน้ำถูกกำหนดระดับเก็บกักที่เหมาะสมไว้ที่ 293.50 ม.รทก. ซึ่งสามารถเก็บกักน้ำได้ประมาณ 35,292 ล้าน ลบ.ม.

2. วิธีการศึกษา

2.1 **ตะกอน (Sediment Load)** การประเมินปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำน้ำเลย ปกติจะใช้ข้อมูลปริมาณการไหลของตะกอนแขวนลอยที่บันทึกจากลำน้ำเลยบริเวณที่จะกำหนดที่ตั้งอ่างเก็บน้ำ แต่เนื่องจากว่าข้อมูลที่ต้องการดังกล่าวนี้ไม่มี จึงต้องใช้ข้อมูลจากสถานีอื่นในลำน้ำเลยที่ได้มีการบันทึกไว้แทน ได้แก่ สถานีวัดเลยวังไสย์ (040042) และสถานีวัดวังสะพุง (040043) นอกจากนี้ยังต้องอาศัยข้อมูลจากสถานีวัดในลุ่มน้ำใกล้เคียงอีก ได้แก่ สถานีวัด อำเภอด่านซ้ายในลำน้ำหมัน และสถานีวัดแก่งสีดา ในแม่น้ำป่าสัก ตามที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่บริเวณที่ตั้งอ่างเก็บน้ำน้ำเลยนั้นจะประเมินจากความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยที่มีอยู่กับพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำเลย น้ำหมันและแม่น้ำป่าสักที่แสดงในรูปที่ 2 ส่วนตะกอนหนักคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอย สำหรับในอ่างเก็บน้ำน้ำเลย กำหนดให้ตะกอนหนักมีปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอย [1] ความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำสามารถแสดงเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$Y = 10.543245 X^{1.35068} \quad (1)$$

เมื่อ Y คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยตลอดปี (ตัน/ปี)

X คือ พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)

ตารางที่ 1 ตะกอนแขวนลอยที่สถานีวัดของลำน้ำเลย ลำน้ำหมัน และลำน้ำป่าสัก

สถานีวัดที่	ชื่อ	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ลำน้ำ	ช่วงเวลา	ตะกอนแขวนลอยเฉลี่ย (ตัน/ปี) (ตัน/ตร.กม./ปี)	
1.	อำเภอด่านซ้าย	401.1	น้ำหมัน	2510-2530	29,343	73.14
2.(040042)	บ้านเลยวังไสย์	235.0	น้ำเลย	2510-2530	19,561	83.24
3.(040043)	อำเภวังสะพุง	1240.0	น้ำเลย	2510-2530	188,079	151.68
4.	บ้านแก่งสีดา	809.0	ป่าสัก	2509-2525	76,419	94.46

2.2 ประสิทธิภาพการดักตะกอน (Reservoir Trap Efficiency) ประสิทธิภาพการดักตะกอนของอ่างเก็บน้ำน้ำเลยประเมินได้โดยใช้ Brune's Curve[2] ตามรูปที่ 3 ประสิทธิภาพการดักตะกอนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตะกอนที่ตกลงในอ่างเก็บน้ำต่อตะกอนที่ไหลเข้ามาในอ่างเก็บน้ำทั้งหมด

2.3 น้ำหนักตะกอนต่อหน่วย (Unit Weight of Sediment) น้ำหนักของตะกอนที่ตกลงในอ่างเก็บน้ำน้ำเลยในปีแรกสามารถคำนวณได้ โดยใช้สมการของ Lara และ Pemberton ส่วนในปีต่อ ๆ ไป จะคำนวณโดยใช้สมการของ Miller[2]

$$W_1 = 0.016[W_s P_s + W_m P_m + W_c P_c]/100 \quad (2)$$

$$W_T = W_1 + 0.000434 K \{ [T/(T-1)] \ln(T) - 1 \} \quad (3)$$

W_1 คือ น้ำหนักตะกอนต่อหน่วยปีแรก ตัน/ลบ.ม.

W_s, W_m และ W_c คือ สัมประสิทธิ์ของดินทราย ดินแป้ง และดินเหนียว ตามลำดับ

P_s, P_m และ P_c คือ เปอร์เซ็นต์ของเนื้อดินทราย ดินแป้ง และดินเหนียว ตามลำดับ

W_T คือ น้ำหนักของตะกอนต่อหน่วยภายหลังเก็บกักน้ำในอ่างเก็บน้ำ T ปี, ตัน/ลบ.ม.

2.4 การกระจายของตะกอนในอ่างเก็บน้ำ (Sediment Distribution in the Reservoir) การกระจายของตะกอนในอ่างเก็บน้ำน้ำเลยหาได้โดยใช้วิธี Area-Increment[2] วิธีนี้สมมติให้พื้นที่ทับถมของตะกอนคงที่ที่ทุกความลึกและปริมาตรตะกอนกระจายสม่ำเสมอในแนวตั้งเหนือระดับศูนย์ใหม่ ซึ่งสามารถเขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$S = A_o(H-Y_o) + V_o \quad (4)$$

เมื่อ S คือ ปริมาณตะกอนทั้งหมดที่ตกลงในอ่างเก็บน้ำ

A_o คือ พื้นที่ของอ่างเก็บน้ำที่ระดับศูนย์ใหม่

H คือ ความลึกที่ระดับเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ

V_o คือ ปริมาณตะกอนใต้ระดับศูนย์ใหม่

3. ผลการศึกษา

3.1 ตะกอนแขวนลอย (Suspended Loads) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยและพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำเลย (รูปที่ 2) สามารถประเมินหาอัตราเฉลี่ยรายปีของตะกอนแขวนลอยที่บริเวณหัวงานโครงการน้ำเลยได้ 100.45 ตัน/ตร.กม. ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 2

3.2 ประสิทธิภาพการดักตะกอนในอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Trap Efficiency) ประสิทธิภาพการดักตะกอนของอ่างเก็บน้ำ ซึ่งประเมินจากการใช้ Brune's Curve [2] ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความจุของอ่างต่อปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ยตลอดทั้งปี จากความสัมพันธ์นี้สามารถคำนวณประสิทธิภาพการดักตะกอนของอ่างเก็บน้ำได้ 92 เปอร์เซ็นต์ แต่เพื่อความเหมาะสมจึงกำหนดให้ประสิทธิภาพการดักตะกอนของอ่างเก็บน้ำเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 ตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำเลย

สถานี	ชื่อ	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ลำน้ำ	ระยะเวลา	ตะกอนแขวนลอยเฉลี่ย (ตัน/ปี)	(ตัน/ตร.กม./ปี)
1.(040042)	เลยวังไสย์	235	เลย	2519-2530	19,561	83.238
2.(040043)	วังสะพุง	1240	เลย	2510-2530	188,079	151.677
3.	ห้วยกะปิยะ	438	เลย	-	44,000	100.45

3.3 น้ำหนักตะกอนต่อหน่วย (Unit Weight of Sediment) น้ำหนักตะกอนต่อหน่วยในปีแรกในอ่างเก็บน้ำน้ำเลย ซึ่งประเมินจากวิธีของ Lara และ Pemberton โดยใช้เปอร์เซ็นต์การกระจายขนาดของเนื้อตะกอนในอ่างเก็บน้ำหรืออ่างเก็บน้ำสาขาลำน้ำเดียวกัน แต่เนื่องจากไม่มีการวิเคราะห์หำก่อน จึงต้องอาศัยข้อมูลอ้างอิงจากโครงการอื่น ได้แก่ โครงการน้ำสาน ซึ่งเป็นลำน้ำที่อยู่ในลุ่มน้ำเดียวกัน ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การกระจายขนาดของเนื้อดินทราย เนื้อดินแป้ง และเนื้อดินเหนียว 50, 40 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ น้ำหนักของตะกอนต่อหน่วยในอ่างเก็บน้ำจะขึ้นอยู่กับลักษณะการเก็บกักน้ำในอ่าง (Reservoir Operation) จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าน้ำหนักตะกอนในปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.267 ตัน/ลบ.ม. และน้ำหนักของตะกอนภายหลังเก็บกัก 100 ปี และ 200 ปี จะมีเท่ากับ 1.366 และ 1.384 ตัน/ลบ.ม. ตามลำดับ

3.4 ปริมาตรตะกอน (Sediment Volume) จากผลการคำนวณน้ำหนักตะกอนต่อหน่วยในอ่างเก็บน้ำ ปริมาณตะกอนที่ไหลเข้าอ่างเฉลี่ยตลอดปีและประสิทธิภาพการดักตะกอนในอ่างเก็บน้ำทำให้สามารถประเมินปริมาตรตะกอนทั้งหมดในอ่างเก็บน้ำภายหลังเก็บกักน้ำ 100 ปี และ 200 ปี ได้เท่ากับ 3,424 และ 6,760 ล้านลบ.ม. ตามลำดับ

3.5 การกระจายของตะกอนในอ่างเก็บน้ำ (Sediment Distribution) การกระจายของตะกอนในอ่างเก็บน้ำหาได้โดยใช้วิธี Area Increment เพราะให้ค่าระดับตะกอนที่ตกทับถมสูงกว่า ตามผลการศึกษา พบว่าปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำจะมีผลกระทบต่อการเก็บกักของอ่างเก็บน้ำตามรายละเอียดที่แสดงไว้ดังนี้

ระดับเก็บกัก	ความจุ(ล้าน ลบ.ม.)	ความจุลดลงร้อยละ	ระดับศูนย์ใหม่
ที่เหมาะสม	เริ่มเก็บกัก 100ปี 200ปี	เริ่มเก็บกัก 100 ปี 200 ปี	เริ่มเก็บกัก 100 ปี 200 ปี

ม.รทก.

293.50	35.292	31.863	28.317	-	9.71	19.19	274.00	275.50	276.62
--------	--------	--------	--------	---	------	-------	--------	--------	--------

ผลกระทบของตะกอนในอ่างเก็บน้ำภายหลังเก็บกัก 100 ปี และ 200 ปี ทำให้พื้นที่ผิวหน้า-ความจุอ่างเก็บน้ำเปลี่ยนไปตามที่แสดงผลไว้ในตารางที่ 3 และรูปที่ 4 ตามลำดับในการศึกษาาระดับศูนย์ใหม่ในช่วง 200 ปี จะพบว่าระดับศูนย์ใหม่ของอ่างเก็บน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใช้งานต่ำสุด (283 ม.รทก.) ประมาณ 6.38 ม. ซึ่งระดับตะกอนดังกล่าว จะไม่ทำให้เกิดปัญหาการทับถมของตะกอนที่หน้าอาคารส่งน้ำเจ้าคลองสายใหญ่จนเป็นอุปสรรคในการส่งน้ำ

ตารางที่ 3 รายละเอียดโค้งพื้นที่ผิวน้ำ-ความจุอ่างเก็บน้ำน้ำเลยแก้ไขใหม่หลังจากเก็บกัก 100 ปี และ 200 ปี ที่ระดับเก็บกัก 293.50 ม.รทก.

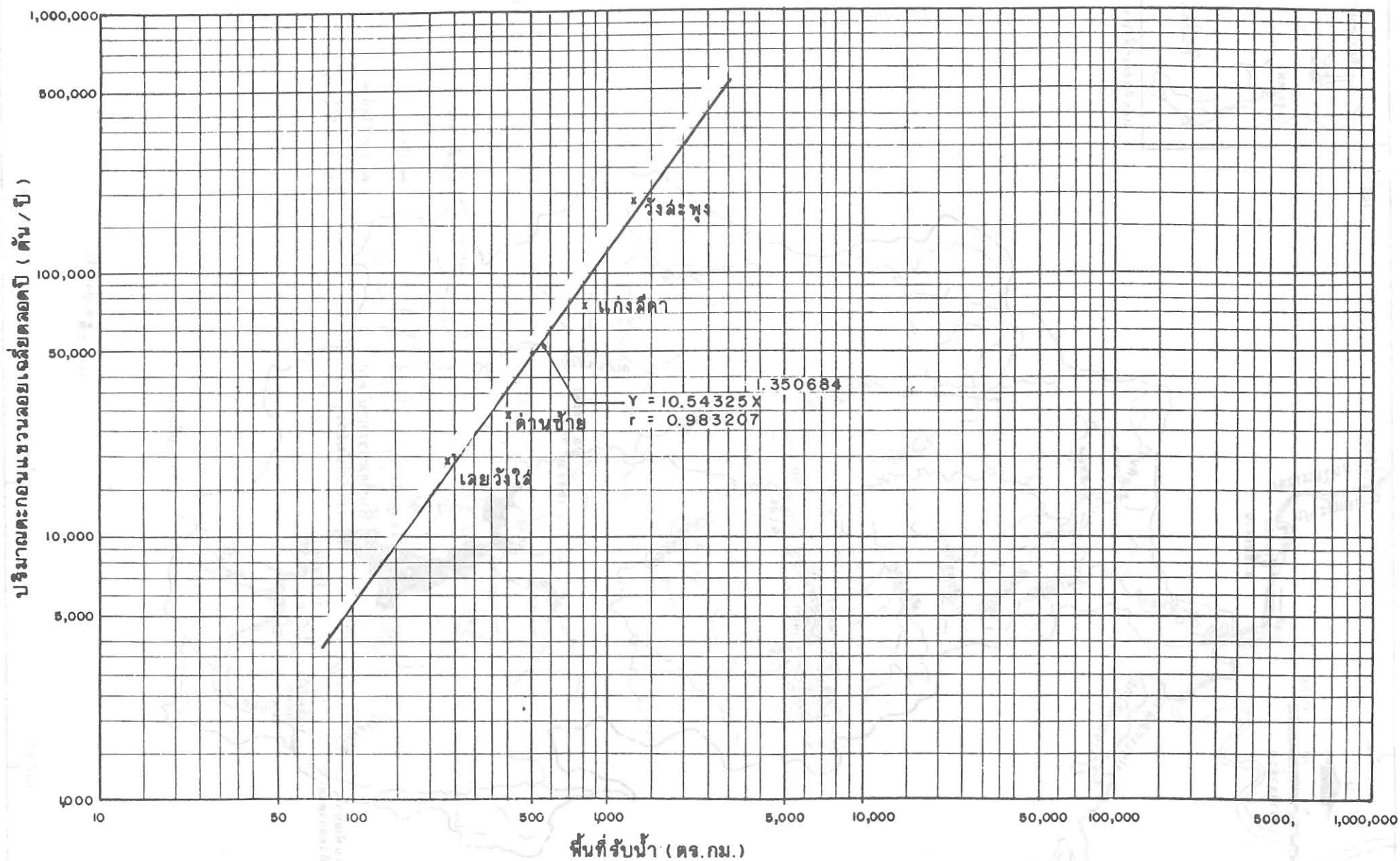
ระดับ (ม.รทก.)	เดิม		ภายหลังเก็บกัก 100 ปี		ภายหลังเก็บกัก 200 ปี	
	พื้นที่ผิวน้ำ (ตร.กม.)	ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ผิวน้ำ (ตร.กม.)	ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ผิวน้ำ (ตร.กม.)	ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)
274.00	0	0				
275.00	0.047	0.024				
275.50	0.183	0.133	0	0		
276.00	0.325	0.210	0.142	0.015		
276.62	0.372	0.494	0.189	0.155	0	0
277.00	0.416	0.581	0.233	0.173	0.044	0.020
278.00	0.513	1.046	0.330	0.456	0.141	0.039
279.00	0.656	1.631	0.473	0.858	0.284	0.252
280.00	0.906	2.412	0.723	1.456	0.534	0.661
281.00	1.057	3.394	0.874	2.255	0.685	1.271
282.00	1.250	4.548	1.067	3.226	0.878	2.053
283.00	1.370	5.858	1.187	4.353	0.998	2.991
284.00	1.433	7.260	1.250	5.572	1.061	4.021
285.00	2.228	9.091	2.045	7.219	1.856	5.480
290.00	3.287	22.881	3.104	20.095	2.915	17.410
293.50	3.850	35.290	3.667	31.863	3.478	28.517

เอกสารอ้างอิง

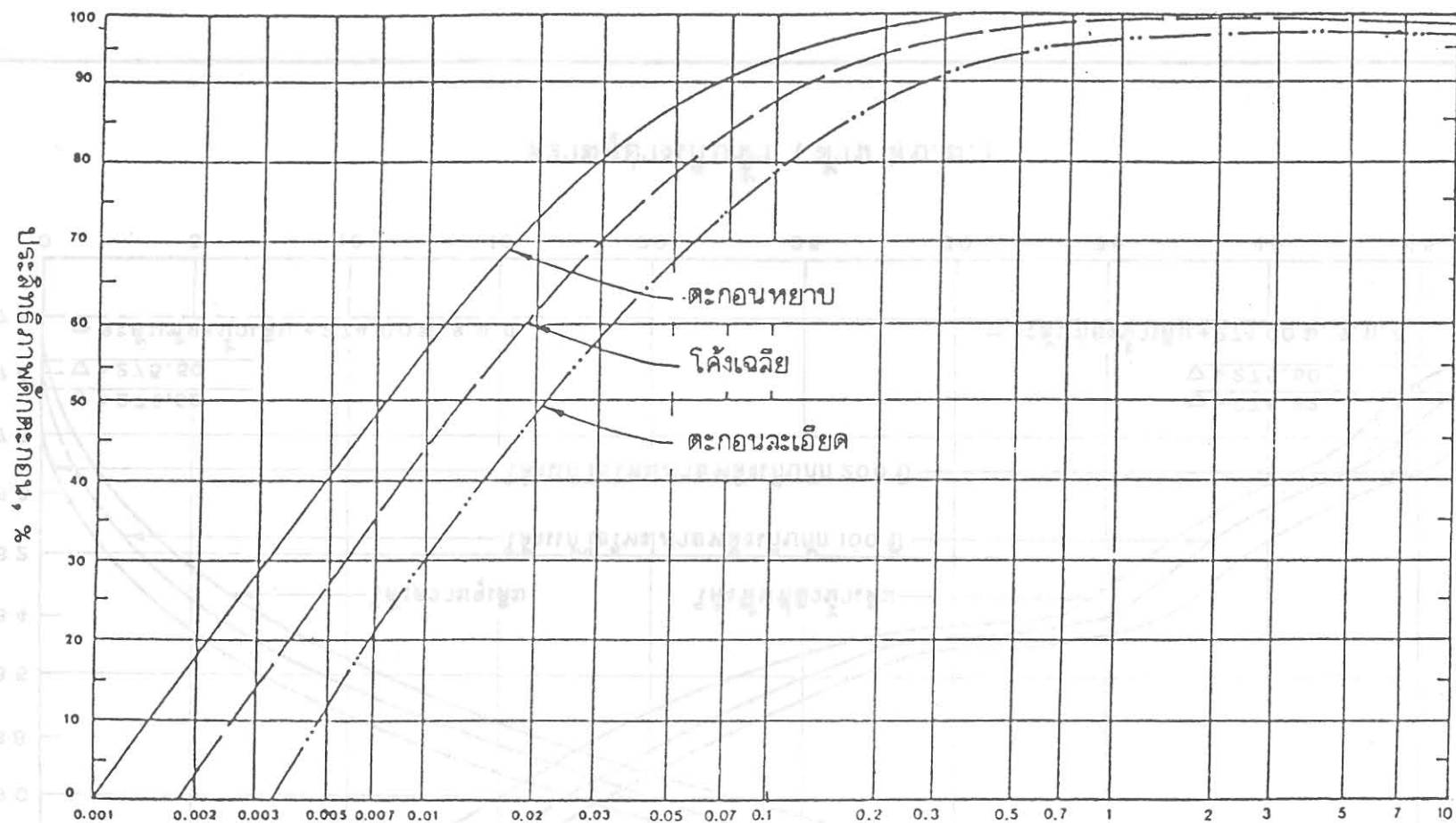
1. Sverdrup & Parcel and Associates, Inc. and Team Consulting Engineers Co. Ltd. Loei-Upper Pasak Multipurpose Project, Nam San Project Vol.I Main Report.
2. Mutreja, K.N "Applied Hydrology" Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1980.



รูปที่ 1 โครงการน้ำเลย กิ่ง อ.ภูหลวง จ.เลย



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยตลอดปีและพื้นที่รับน้ำ

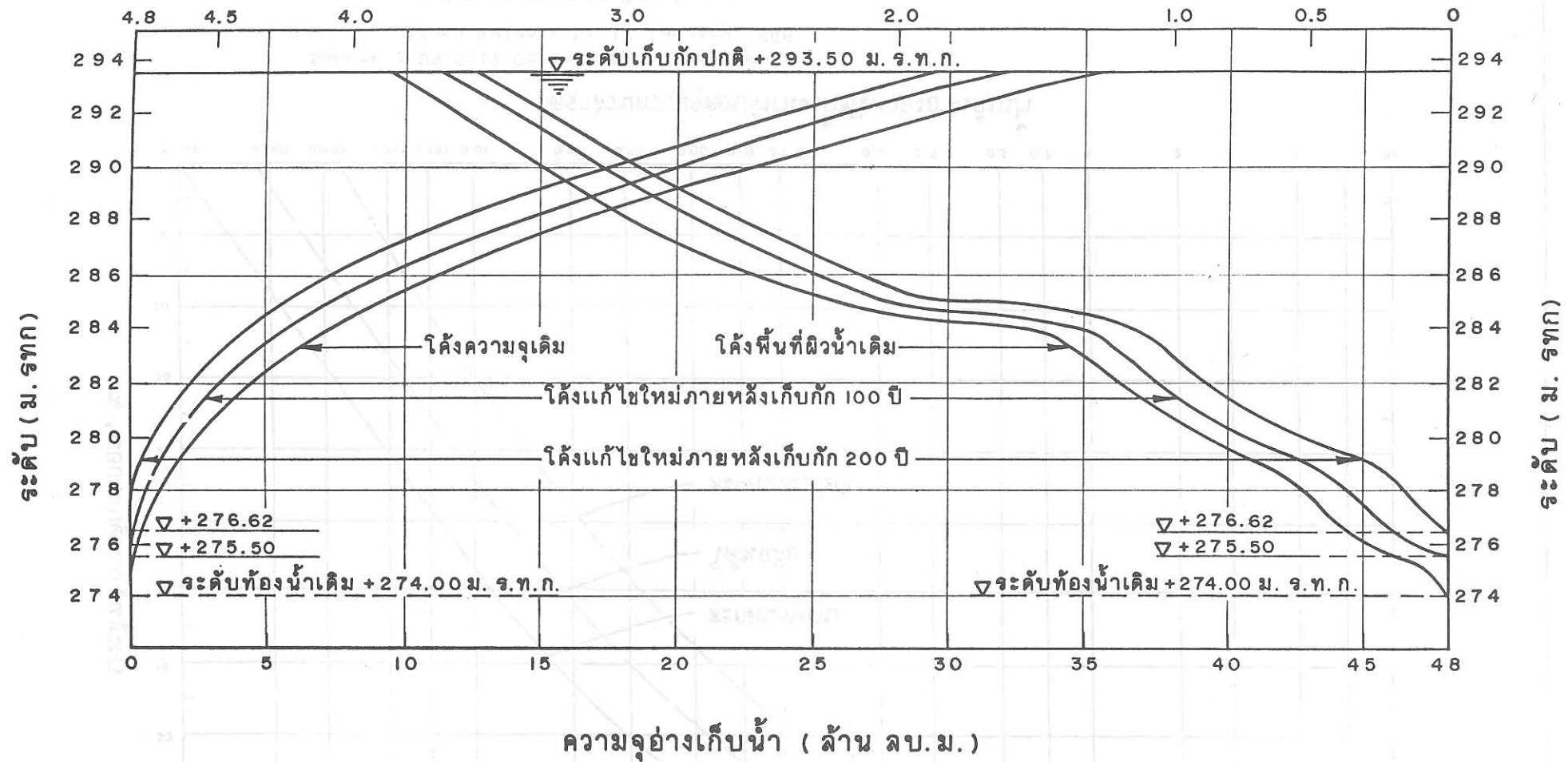


อัตราส่วนความจุต่อปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ

Source : US Soil Conservation Service
Tech Release No. 12 January 1968

Sediment Storage Requirement

พื้นที่ผิวน้ำอ่างเก็บน้ำ (ตร.กม.)



รูปที่ 4 โค้งพื้นที่ผิว-ความจุอ่างเก็บน้ำ น้ำเลย ที่ห้วงงานโครงการเพื่อเลือกที่ ๒