

ผลกระทบของการทำเหมืองแร่ดีบุกต่อสมบัติของดิน

IMPACTS OF TIN MINING ON SOIL PROPERTIES

บุญวงศ์ ไทยอุดสำหิ^{1/}Bunvong Thaiutsa^{1/}ชรัตน์ รุ่งเรืองศิลป์^{2/}Charat Rungruangsilp^{2/}

ABSTRACT

The study funded by Kasersart University Research and Development Institute (KURDI) and International Foundation for Sciences (IFS) was aimed to determine soil dynamics as the results of tin mining. The study site was in Phangnga province, about 900 km South of Bangkok. Sixty-three soil samples were collected from the top 20 cm of 7 age classes after mining (1, 3, 5, 7, 10, 15, and 20 years), 3 zones (gravel, sand, and massive) in each age class.

The results showed that tin mining affected both physical and chemical characteristics of soil. Soil texture in general was considered as sandy loam having sand particle more than 60%, especially during the first 10 years after mining. Soil pH was as low as 4.3 which could be ranked into *extreme acidity* and *very strong acidity* levels leading to very low and low availability of all macronutrients concerned including CEC. However, clay particles and nutrient contents tended to increase with increasing ages after mining.

Based on topographic feature, the land left over after tin mining in southern Thailand could be divided into 3 zones. It was found that there were between-zone significant differences in most soil properties involved in all age classes. Strictly speaking, area occupied by sand was found to be the poorest zone from chemical standpoints of view. Gravel and massive zones could provide higher amounts of plant nutrients resulting to greater productivity of aboveground biomass. These findings suggested that amelioration of tin-mined lands was strongly required, since natural development was a time consumption.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อทราบถึงผลกระทบของการทำเหมืองแร่ดีบุกต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินบางประการ โดยได้เก็บตัวอย่างดินชั้นบน 0-3 ตัวอย่าง จาก 7 ชั้นอายุหลังการทำเหมือง ชั้นอายุละ 3 บริเวณ บริเวณละ 3 หลุม ตัวอย่างดินทั้งหมดเก็บจากที่ดินซึ่งผ่านการทำเหมืองแร่ไปแล้ว 1-20 ปี ของบริษัท ไทยอุดสาหกรรมกรรมการเกษตร จำกัด ที่อําเภอยาเือง จังหวัดพังงา ผลการวิเคราะห์พบว่าดินเป็นทรายจัด เป็นกรดจัด และมีปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่น้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณลานทรายและในชั้นอายุที่เพิ่งผ่านการทำเหมืองแร่ไปไม่นานนัก เนื้อดินจัดอยู่ในจำพวก sandy loam ระดับ pH ต่ำกว่า 5 ปริมาณฟอสฟอรัส และแคลเซียมจัดอยู่ในระดับต่ำมาก หากแบ่งที่ดินภายหลังการทำเหมืองแร่ออกเป็น 3 บริเวณ ก็พบว่าดินบริเวณลานทรายมีความอุดมสมบูรณ์น้อยที่สุด แม้บริเวณกองกรวด และดินเลน รวมทั้งที่ดินซึ่งผ่านการทำเหมืองแร่มานานถึง 20 ปี จะมีอนุภาคดินเหนียวและปริมาณธาตุอาหารพืชเพิ่มขึ้นบ้างก็ตาม แต่ก็ยังไม่อุดมสมบูรณ์พอที่จะใช้เพื่อการเกษตรให้ได้ผล ดังนั้น การปรับปรุงดินเหมืองแร่จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง โดยธรรมชาตินั้นต้องใช้ระยะเวลายาวนานมาก

^{1/} ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กท. 10903

^{2/} กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กท. 10400

คำนำ

ประเทศไทยเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีบทบาทสำคัญทางเศรษฐกิจและการสร้างงานของประเทศตั้งแต่ระยะหลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา จนในสมัยที่ 4 ทศวรรษ 60-70 ธรรมชาติ เป็นนายกรัฐมนตรี เมื่อประมาณ 30 ปีมาแล้ว ได้มีคำขวัญว่า **หรือทรัพยากรป้อนเศรษฐกิจ จงช่วยกันผลิตขึ้นมรดกมาประเทศ** แต่การผลิตแร่ออกมาใช้ประโยชน์ หรือการทำเหมืองแร่ นั้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมนานาประการ สภาพภูมิประเทศลักษณะดิน และพืชพันธุ์ต้องถูกเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง สภาพภูมิประเทศเดิมซึ่งเคยราบเรียบจะกลายเป็นแอ่งน้ำและเนินดิน ด้วยเหตุนี้เองจึงมีการแบ่งลักษณะภูมิประเทศภายหลังการทำเหมืองแร่ ศิพุทธรูปเป็น 3 บริเวณ คือ บริเวณกองกรวด บริเวณลานทราย และบริเวณขุมเหมืองและดินเลนข้างขุมเหมือง

เนื่องจากกรรมวิธีการทำเหมืองแร่ที่ถูกต้องใช้น้ำเป็นตัวพาในการแยกแร่ หิน ดิน ทราย ออกจากกัน น้ำจึงก่อให้เกิดการชะล้างพังทลาย ทำให้เนื้อดิน โครงสร้าง และปริมาณธาตุอาหารพืชซึ่งเคยมีอยู่ในดินเปลี่ยนไป เช่น ผลการวิเคราะห์ดินในบริเวณกองกรวดซึ่งผ่านการทำเหมืองแร่มาแล้ว 3 ปี ในท้องที่ตำบลบางม่วง อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา (บุญวงศ์ และคณะ, 2517) พบว่าตัวอย่างดินดังกล่าวประกอบด้วยดินซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2.00 มม. ความนิยมนของค่าว่า "ดิน" (soil) เพียง 12.10% เท่านั้น ส่วนที่เหลือ 87.90% นั้นเป็นกรวด (gravel) โดดิน 12.10% นั้นประกอบด้วยอนุภาคทราย (sand) 78.23% อนุภาคดินแป้ง (silt) 11.18% และอนุภาคดินเหนียว (clay) 10.61% เนื้อดินเป็นแบบ sandy loam มีปริมาณไนโตรเจนเพียง 0.000974% เท่านั้น ส่วน

บริเวณลานทรายซึ่งใกล้เคียงกันก็ปรากฏว่ามีดินอยู่ 74.11% กรวด 25.89% อนุภาคทราย 89.48% อนุภาคดินแป้ง 2.85% อนุภาคดินเหนียว 7.67% และปริมาณไนโตรเจน 0.000289% นั่นคือ ดินบริเวณลานทรายมีความเป็นทรายจัดและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าบริเวณกองกรวด

เมื่อสภาพภูมิประเทศและสมบัติของดินเปลี่ยนไป ลักษณะพืชพรรณต่าง ๆ ที่ย่อมได้รับผลกระทบตามไปด้วย จะหมักหมมพืชรากที่ขุดขึ้นอยู่ก็บดระเวลาที่ถูกทิ้งร้างไว้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้จึงเพื่อที่จะทราบถึงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินภายหลังการทำเหมืองแร่ศิพุทธรูปตั้งแต่เวลา 1-20 ปี

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ศึกษา

ได้ทำการศึกษาในบริเวณที่ดินเหมืองแร่เก่าของบริษัทไทยอุตสาหกรรมกระดาษสาภาค จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำเค็มใกล้ ตำบลท่า อำเภอยางใหญ่ จังหวัดพังงา สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 10-20 เมตร ดินเกิดจากการสลายตัวของหินแกรนิต จัดอยู่ใน Huai Pong Series ดินบริเวณข้างเคียงซึ่งไม่เคยผ่านการทำเหมืองแร่มาก่อนนั้น มีเนื้อดินเป็นแบบ sandy loam (85.5% sand, 8.5% silt และ 26.0% clay) มีค่าความหนาแน่นรวม 1.41 g/cc. ความหนาแน่นอนุภาค 2.69 g/cc. ความพูน 47.58% pH 4.7 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.52% ฟอสฟอรัส 2 ppm. โพแทสเซียม 32 ppm. แคลเซียม 43 ppm. แมกนีเซียม 9 ppm. กำมะถัน 38 ppm. และ CEC 3.3 meq/100 g soil ซึ่งจัดว่าดินเป็นกรดจัด มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 3,815 มม./ปี โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายน (596 มม.) ในปีหนึ่ง ๆ มีฝนตก 200 วัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 83 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ย 26.8 °C สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าดิบชื้น ปกคลุมด้วยไม้มีค่าหลายชนิด อาทิ ตะเคียนทอง นาคบุตร หลุมพอ และไม้ไม้ตระกูลยาง แต่ภายหลังการทำเหมืองแร่ พืชพรรณที่ขึ้นมาทดแทนแตกต่างกันไปตามอายุของการทิ้งร้างไว้ ส่วนใหญ่เป็นหญ้าและไม้พุ่มซึ่งไม่มีค่าทางเศรษฐกิจเท่าที่ควร เช่น หญ้าเจ้าชู้ ไมยราพ ไชน สาบเสือ เอ็นอ้า พง อ้อ พังแหร และปอ-คองแลบ (บุญวงศ์และนงนุช, 2528)

วิธีการ

เลือกศึกษาในพื้นที่ซึ่งผ่านการทำเหมืองแร่ลิกไนต์มาแล้วเป็นเวลานานต่าง ๆ กัน 7 ขั้นอายุคือ 1, 3, 5, 7, 10, 15, และ 20 ปี โดยในแต่ละขั้นอายุ ได้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 โซน ตามสภาพภูมิประเทศและลักษณะเนื้อดินที่แตกต่างกันคือแจ้งเด่นชัด คือ (1) บริเวณกองกรวด อันเกิดจากการทิ้งกรวดหินในระหว่างการทำเหมือง (2) บริเวณลานทราย ซึ่งครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางของที่ดินเหมืองแร่ร้าง มีลักษณะเป็นที่ราบเรียบ กว้างขวาง มีความลาดชันประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ ผิวหน้าดินเป็นทรายหยาบ และ (3) บริเวณดินเลน อยู่รอบ ๆ ขุมเหมืองทางตอนปลายของลานทราย หรือตอนล่างของกองกรวด ลักษณะที่เห็นได้เด่นชัด คือ ดินเหนียวจัด แต่กระแหว่งเป็นร่องในหน้าแล้ง และอาจมีน้ำท่วมขังในหน้าฝน

เก็บตัวอย่างดินในระดับความลึก 0-20 ซม. จากชั้นอายุต่าง ๆ โซนละ 3 หลุม รวม 7 ชั้นอายุ จำนวน 21 ตัวอย่าง วิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ ของดิน ทั้ง 21 ตัวอย่าง คือ เนื้อดิน (ปริมาณ sand, silt และ clay) ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นของอนุภาค ความพรุนของดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง

(pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และ CEC เปรียบเทียบระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากตารางมาตรฐานของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา (USDA, 1987) ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2

ผลและวิจารณ์

ความแตกต่างระหว่างชั้นอายุภายในโซน

ตัวอย่างดินซึ่งเก็บมาจากบริเวณข้างเคียงรอบ ๆ ที่ดินเหมืองแร่เก่า ซึ่งไม่ผ่านการทำเหมืองแร่มาก่อนเลย พอจะกล่าวได้ว่าเป็นตัวแทนของดินก่อนการทำเหมืองแร่ ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินดังกล่าวปรากฏว่าเนื้อดินประกอบของทราย 85.5% ดินแป้ง 8.5% และดินเหนียว 20.0% เนื้อดินจัดอยู่ในจำพวก sandy loam อันเป็นลักษณะเด่นของดินในจังหวัดพังงาทั่ว ๆ ไป และสอดคล้องกับผลการศึกษาของวิวัฒน์ (2519) ในท้องที่อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ซึ่งรายงานว่าก่อนการทำเหมืองแร่ดินมีปริมาณดินทราย 84.0% ดินแป้ง 12.9% และดินเหนียว 23.1% เนื้อดินเป็นแบบ sandy loam ภายหลังการทำเหมืองแร่ ดินยังคงมีปริมาณอนุภาคทรายสูงที่สุดคือ 91.4% ตามด้วยดินเหนียว (5.3%) และดินแป้ง (3.3%) แต่การที่อนุภาคดินทรายสูงมากเช่นนี้ ทำให้เนื้อดินเปลี่ยนจาก sandy loam เป็น sand

การศึกษาในครั้งนี้ก็ได้ผลคล้ายคลึงกัน ข้อมูลในตารางที่ 3 ซึ่งให้เห็นว่าปริมาณอนุภาคของทรายจะค่อย ๆ ลดลง ในขณะที่อนุภาคดินเหนียวมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อกาลเวลาภายหลังการทำเหมืองแร่ผ่านไป แนวโน้มที่ว่าเป็นก็เกิดขึ้นทั้งในบริเวณกองกรวด ลานทราย และดินเลน เช่น อนุภาคทราย ในบริเวณกองกรวดลดลงจาก 74.4% ในปี 1 ลงเหลือ 69.8% ในปี 5 51.4% ในปี 15 และ 45.2% ในปี

ที่ 20 ขณะเดียวกันอนุภาคของดินเหนียวก็เพิ่มจาก 12.7% เป็น 19.1% , 20.1%, 29.1% และ 31.5% ในช่วงเวลาดังกล่าว ทำให้เนื้อดินในระยะแรก ๆ เป็น sandy loam ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Anderson (1977) ที่สรุปว่าการพัฒนาตัวเองของดินภายหลังการทำเหมืองแร่ต้องใช้ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 50 ปี

ส่วนความหนาแน่นและความพรุนของดินนั้น แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาของตะโชนไม่ปรากฏเด่นชัด แต่ก็พอจะมองเห็นได้ว่าความหนาแน่นอนุภาคลดลง เมื่อที่ดินถูกทิ้งร้างไว้เป็นเวลานานมากขึ้น เช่น ความหนาแน่นอนุภาคในบริเวณกองกรวดภายหลังการทำเหมืองแร่ 1, 5, 10

และ 20 ปี มีค่าเท่ากับ 2.88, 2.86, 2.57, และ 2.51 ก./ลบ.ม. ตามลำดับ เช่นเดียวกับในบริเวณลานทราย (2.71, 2.88, 2.88 และ 2.55 ก./ลบ.ซม.) และบริเวณดินเลน (2.68, 2.85, 2.68 และ 2.58 ก./ลบ.ซม.)

เนื่องจากผิวหน้าดินบริเวณกองกรวดเต็มไปด้วยก้อนหินและก้อนกรวด ในขณะที่บริเวณลานทรายนั้นส่วนใหญ่เป็นทรายหยาบและกรวดขนาดเล็ก จึงไม่สามารถเก็บตัวอย่างดินในบริเวณทั้งสองนี้เพื่อวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นรวมได้ ความพรุนของดินซึ่งได้จากการคำนวณจากค่าความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นอนุภาคที่รายงานไว้ในตารางที่ 3 จึงมีเฉพาะของบริเวณดินเหนียวเท่านั้น

Table 1 Standard rank of soil pH. (USDA, 1967)

Level	pH
Extreme acidity	4.5
Very Strong acidity	4.5 - 5.0
Strong acidity	5.1 - 5.5
Medium acidity	5.6 - 6.0
Slight acidity	6.1 - 6.5
Neutral	6.6 - 7.3
Slight alkalinity	7.4 - 7.8
Medium alkalinity	7.9 - 8.4
Strong alkalinity	8.5 - 9.0
Extreme alkalinity	9.0

Table 2 Standard rank of soil organic matter, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and cation exchange capacity (USDA, 1967)

Level	OM	P	K	Ca	Mg	C.E.C.
	%	ppm				meq/100g.
Very Low	<0.5	<3	<30	<40	<36	<3
Low	0.5-1.0	3-6	30-60	40-1,000	36-120	3-5
Moderately Low	1.0-1.5	6-10				5-10
Medium	1.5-2.5	10-15	60-90	1,000-2,000	120-360	10-15
Moderately High	2.5-3.5	15-25				15-20
High	3.5-4.5	25-45	90-120	2,000-4,000	360-960	20-30
Very High	>4.5	>45	>120	>4,000	>960	>30

Table 3 Texture and density of soil at various age classes after tin mining at Phangnga province

Property	Zonation	Years after Tin Mining						
		1	3	5	7	10	15	20
Sand, %	Gravel	74.4	69.3	69.8	59.9	26.5	51.8	45.2
	Sand	78.1	82.0	87.3	76.1	87.1	72.4	35.1
	Massive	20.7	34.7	45.4	35.8	28.9	35.9	6.1
Silt, %	Gravel	12.8	11.0	11.1	20.3	24.1	19.1	26.4
	Sand	12.4	7.5	3.6	10.1	3.0	12.1	28.6
	Massive	50.6	40.4	21.6	37.6	32.0	41.4	42.6
Clay, %	Gravel	12.7	19.6	19.1	19.8	49.5	29.1	31.5
	Sand	9.4	10.5	9.1	13.8	9.9	15.5	26.2
	Massive	28.8	24.9	32.9	26.6	39.1	22.7	51.4
Texture	Gravel	SL	SL	SL	SL	C	SCL	CL
	Sand	SL	SL	LS	SL	LS	SL	L
	Massive	SiCL	L	CL	L	CL	L	SC
Particle density, g/cc	Gravel	2.68	2.59	2.66	2.58	2.57	2.77	2.51
	Sand	2.71	2.58	2.66	2.62	2.66	2.60	2.55
	Massive	2.69	2.33	2.65	2.54	2.66	2.25	2.58
Bulk density, g/cc	Massive	0.89	1.24	1.11	1.22	1.34	0.91	1.12
Porosity, %	Massive	66.91	46.78	58.11	51.97	49.62	59.56	56.59

Remark : SL = sandy loam; SC = sandy clay; SCL = sandy clay loam; LS = loamy sand; SiCL = silty clay loam; L = loam; C = clay

สมบัติทางเคมีต่าง ๆ ของดินที่ได้ศึกษาคือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 โดยพบว่าดินในทุกบริเวณทุกชั้นอายุตั้งแต่ 1 ถึง 20 ปี มีคุณสมบัติเป็นกรดจัดมาก ค่า pH ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 5 สูงสุดเพียง 5.1 เท่านั้น แต่ที่ต่ำสุดนั้นมีค่าต่ำถึง 4.3 ซึ่งถือว่าต่ำมากจนอาจจะเป็นอุปสรรคต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ดินเพื่อการเกษตรได้ เพราะเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าแม้ pH จะไม่ใช่ธาตุอาหารที่พืชต้องการก็ตาม แต่ pH เป็นตัวควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช

ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือฟอสฟอรัส และธาตุอาหารหลักต่าง ๆ อันได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีก็ต่อเมื่อ pH ของดินมีค่าสูงกว่า 5.0 เท่านั้น ด้วยเหตุนี้เองปริมาณฟอสฟอรัส และแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทุกบริเวณทุกชั้นอายุจึงจัดอยู่ในระดับ "ต่ำมาก"

การที่ pH ของดินภายหลังการทำเหมืองแร่ต่ำมากนั้นเนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ดินเดิมเป็นกรดจัด (pH 4.7) ประกอบกับการทำเหมืองแร่สินแร่ต้องใช้ น้ำที่มีแรงดันสูงมาก เพื่อชะล้าง

Table 4 Chemical properties of soil as the results of tin mining at Phangnga province in comparison to the USDA standard rank

Property	Zonation	Years after Tin Mining						
		1	3	5	7	10	15	20
pH	Gravel	4.9VSA	4.3 EA	4.9VSA	4.8VSA	4.8VSA	4.9VSA	4.8VSA
	Sand	4.9VSA	4.6VSA	4.9VSA	4.7VSA	4.9VSA	5.1 SA	4.9VSA
	Massive	4.9VSA	4.3 EA	4.6VSA	4.8VSA	4.7VSA	4.8VSA	4.8VSA
Organic matter, %	Gravel	0.04VL	0.55 L	1.02ML	0.67 L	1.23ML	1.01ML	3.84 H
	Sand	0.03VL	0.42VL	0.20VL	0.35VL	0.18VL	0.91 L	1.08ML
	Massive	0.11VL	0.51 L	0.92 L	1.00 L	1.27ML	1.15ML	1.55 M
P, ppm	Gravel	4 L	1 VL	2 VL	4 L	1 VL	2 VL	12 M
	Sand	1 VL	2 VL	1 VL	1 VL	2 VL	2 VL	2 VL
	Massive	3 L	6 L	3 L	2 VL	3 L	1 VL	2 VL
K, ppm	Gravel	43 L	25 VL	26 VL	29 VL	52 L	36 L	106 H
	Sand	35 L	32 L	12 VL	19 VL	24 VL	24 VL	24 VL
	Massive	49 L	43 L	18 VL	49 L	46 L	36 L	25 VL
Ca, ppm	Gravel	47 VL	54 VL	39 VL	44 VL	89 VL	50 VL	111 VL
	Sand	37 VL	82 VL	81 VL	37 VL	42 VL	70 VL	53 VL
	Massive	67 VL	74 VL	97 VL	77 VL	70 VL	48 VL	79 VL
Mg, ppm	Gravel	11 VL	25 VL	16 VL	13 VL	41 L	18 VL	70 L
	Sand	7 VL	27 VL	7 VL	13 VL	7 VL	19 VL	16 VL
	Massive	24 VL	92 L	23 VL	34 VL	34 VL	17 VL	39 L
S, ppm	Gravel	37	7	15	36	53	43	18
	Sand	38	34	12	35	3	20	59
	Massive	56	46	41	38	36	27	89
CEC, meq/100g	Gravel	2 VL	2 VL	2 VL	3 VL	6 ML	3 VL	7 ML
	Sand	2 VL	2 VL	1 VL	2 VL	1 VL	2 VL	3 VL
	Massive	5 L	4 L	4 L	5 L	5 L	4 L	6 ML

Remark : EA = extreme acidity; VSA = very strong acidity; SA = strong acidity; VL = very low; L = low; ML = moderately low; M = medium; H = high

แยกแอมโมเนียมดิน ทราบออกจากกัน ทำให้ basic cations ต่าง ๆ ถูกชะล้างไปกับน้ำท่วม ขณะที่ตัวอื่น ๆ น้ำที่ละลายก็ชะล้างคาร์บอนไดออกไซด์และแร่ธาตุบางชนิด เกิดเป็นกรดต่าง ๆ ขึ้น H^+ จากกรดเหล่านี้เข้าไปแทนที่ basic cations ส่วนฟิวคินภาคดิน ทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด (Hunt and Sopper, 1973)

อินทรีย์วัตถุมีอิทธิพลต่อสมบัติทางเคมี ซึ่งผลผลิตของดินเป็นอย่างมาก คุณสมบัติประจำตัวที่มีประจุลบอยู่สูงนั้นทำให้สามารถดูดซับประจุบวกไว้ได้มาก เป็นผลให้ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงพลอยมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงตามไปด้วย การทำเหมืองแร่ทำให้ดินสูญเสียอินทรีย์วัตถุไปถึงร้อยละ 25.9 คับ (พิสุทธิ และบุญชนะ, 2521)

จึงคงเหลืออยู่ในดินน้อยมาก แต่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาภายหลังการทำเหมืองแร่ ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน (Stewart, 1973) และเนื่องจากผลผลิตมวลชีวภาพของสัตว์ดินที่สะสมเพิ่มมากขึ้น (Thaiutsa, 1985; Thaiutsa, 1990; Thaiutsa and Tanpibal, 1987) นั่นคือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุบนบริเวณกองกรวดเพิ่มขึ้นจาก 0.04% ในชั้นอายุ 1 ปี เป็น 1.02, 1.23 และ 3.84% ในชั้นอายุ 5, 10 และ 20 ปี ตามลำดับ เช่นเดียวกับในบริเวณลานทรายและดินเหนียว ซึ่งค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจากระดับ "ต่ำมาก" เป็น "ต่ำ" และ "ปานกลาง" ในที่สุด

ธาตุอาหารหลักที่มีประจุบวก คือ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ก็ได้รับผลกระทบจากการทำเหมืองแร่ด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือแคลเซียม ซึ่งพบว่าทุกบริเวณและทุกชั้นอายุภายหลังการทำเหมืองแร่ถูกจัดตามมาตรฐานของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกาอยู่ในระดับ "ต่ำมาก" ทั้งหมด (ตารางที่ 4) ส่วนโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในบริเวณกองกรวดและดินเลน ในระยะแรก ๆ มีปริมาณต่ำมาก แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเวลาต่อมา แต่ก็ยังคงจัดอยู่ในระดับ "ต่ำ" ดังเดิม ทั้งนี้ยกเว้นปริมาณโพแทสเซียมในบริเวณกองกรวดภายหลังการทำเหมืองแร่ไปแล้ว 20 ปี ซึ่งมีอยู่ถึง 108 ppm. ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะดินมีอนุภาคดินเหนียวอยู่มาก (31.5%) ประกอบกับมีความชุ่มชื้นสูงเนื่องจากมีพืชพรรณขึ้นปกคลุมอยู่ถึง 3.88 ต้นต่อไร่ (บุญวงศ์ และนงนุช 2528)

ความแตกต่างระหว่างโซนภายในชั้นอายุ

หากจะนำคุณสมบัติของดินดังกล่าวทั้งหมดในชั้นอายุหนึ่ง ๆ มาพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างบริเวณทั้งสาม คือ กองกรวด ลานทราย และดินเลน ข้อมูลในตารางที่ 3 และ 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างโซนของแต่ละชั้นอายุในตารางที่ 5

และสรุปผลในตารางที่ 6 ก็ชี้ให้เห็นอย่างเด่นชัดพอสมควรว่าสมบัติทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ของดินเหมืองแร่ร้างในชั้นอายุหนึ่ง ๆ นั้นแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศอันเกิดจากการทำเหมืองแร่

ตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าปริมาณอนุภาคทรายระหว่างบริเวณทั้งสามมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญมากที่สุด คือทุกชั้นอายุ รองลงมาคือดินแป้งและแมกนีเซียม ในขณะที่ความเป็นกรดเป็นด่างของดินและปริมาณค่าระดับไนโตรเจนแตกต่างกันมีนัยสำคัญเฉพาะแต่ชั้นอายุเดียว ภายหลังการทำเหมืองแร่มาแล้ว 1 ปี สมบัติของดินที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างบริเวณกองกรวด ลานทราย และดินเลน ได้แก่ ปริมาณอนุภาคทราย ดินแป้ง ดินเหนียว อินทรีย์วัตถุ แมกนีเซียม และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ส่วนที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญนั้นได้แก่ ความหนาแน่นอนุภาค ความเป็นกรดเป็นด่าง ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และค่าระดับ ไนโตรเจนเดียวกัน สมบัติของดินที่แตกต่างกันระหว่างโซนทั้งสามภายหลังการทำเหมืองแร่ไปแล้ว 20 ปี ได้แก่ อนุภาคทราย อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

ในส่วนของสมบัติทางกายภาพนั้น เมื่อดินเป็นสมบัติที่เห็นได้เด่นชัดว่าบริเวณกองกรวดและดินเลนเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณดีกว่าบริเวณลานทราย ทั้งนี้เพราะบริเวณลานทรายมีอนุภาคของดินแป้งและดินเหนือน้อยในแทบทุกชั้นอายุ เช่น ชั้นอายุ 1 ปี มีอนุภาคดินแป้ง 12.4% ดินเหนียว 9.4% ในขณะที่อนุภาคทรายสูงถึง 78.1% เปรียบเทียบกับอนุภาคทราย ดินแป้ง และดินเหนียวในบริเวณลานทรายที่ชั้นอายุ 5 ปี และ 10 ปี มีค่าเท่ากับ 87.3, 3.6 และ 9.1 และ 87.1, 3.0 และ 9.9 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) อนุภาคทรายจะเริ่มลดลง

Table 5 Statistical analyses of tin-mined soils between zones within the same age class after mining

Property	Years after Tin Mining						
	1	3	5	7	10	15	20
Sand, %	*	*	**	*	**	*	*
Silt, %	*	*	*	*	*	*	0
Clay, %	*	0	**	0	*	0	0
Particle density, g/cc	0	*	0	0	0	*	0
pH	0	0	0	0	0	0	0
Organic matter, %	*	0	*	0	*	0	*
P, ppm	0	*	0	*	0	0	*
K, ppm	0	0	*	*	*	0	*
Ca, ppm	0	0	0	*	0	0	*
Mg, ppm	**	*	**	*	*	0	*
S, ppm	0	0	0	0	0	0	0
CEC, meq/100 g	*	0	0	*	*	0	*

Remark : 0 = not significant difference at P.05
 * = significant difference (at P.05)
 ** = highly significant difference (at P.01)

Table 6 Zonation ranking in chemical properties of soil after tin mining at Phangnga province

Property	Zonation		
	Gravel	Sand	Massive
pH	VSA	VSA	VSA
Organic matter	ML	VL	L
P	VL	VL	L
K	L	VL	L
Ca	VL	VL	VL
Mg	VL	VL	VL
CEC	L	VL	L

Remark : VSA = very strong acidity
 VL = very low
 ML = moderately low
 L = low

พร้อมกับการเพิ่มขึ้นของดินเปรี้ยวและดินเหนียวภายหลังการทำเหมืองแร่ผ่านพ้นไปแล้วไม่น้อยกว่า 15 ปี ตารางที่ 6 เป็นการสรุปสมบัติทางเคมี 7 ประการให้เห็นได้ง่ายชัด ซึ่งจะเห็นได้ว่าดินทั้งสามบริเวณมีความเป็นกรดจัดมากเหมือนกัน นั่นก็หมายความว่าโอกาสที่ธาตุอาหารหลักในดินส่วนใหญ่ โดยเฉพาะ

อย่างถึงคือ ฟอสฟอรัส จะถูกปลดปล่อยออกมาให้เป็นประโยชน์ต่อพืชนั้นมีน้อยมาก ส่วนในแง่ความอุดมสมบูรณ์ของดินก็แสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดแล้วว่าบริเวณลานทรายมีปริมาณธาตุอาหารพืชต่าง ๆ อยู่ต่ำที่สุด ถัดขึ้นมาคือบริเวณกองกรวดและดินเลน ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำเหมือนกัน กล่าวคืออินทรีย์วัตถุ

ในบริเวณกองกรวดมีมากกว่าบริเวณดินเลนเล็กน้อย แต่ปริมาณฟอสฟอรัสในบริเวณดินเลนมีมากกว่าบริเวณกองกรวด

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าดินในบริเวณกองกรวดและดินเลนของที่ดินเหมืองแร่เก่าจะมีปริมาณธาตุอาหารพืชใกล้เคียงกันก็ตาม แต่ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือผิวดินบนกองกรวดมีสูงกว่าบนดินเลนถึง 2.11 เท่า (บุญวงศ์ และนงนุช, 2528) ที่เป็นเช่นนี้เพราะพืชพรรณบริเวณกองกรวดส่วนใหญ่เป็นไม้ยืนต้นที่ให้น้ำหนักในแนวตั้งได้มากกว่าบริเวณดินเลนซึ่งมักปกคลุมด้วยพืชตระกูลหญ้านั่นเอง

สรุปผล

การทำเหมืองแร่ดีบุกมีผลกระทบในทางลบต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน เมื่อต้นเป็นดินร่วน ดินมีความเป็นกรดจัด ปริมาณธาตุอาหารพืชเหลืออยู่น้อยมาก และมีแนวโน้มค่อย ๆ เพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อยตามกาลเวลาภายหลังการทำเหมืองแร่ที่เปลี่ยนไป หากแบ่งที่ดินภายหลังการทำเหมืองแร่ดีบุกออกเป็น 3 บริเวณก็พบว่า ดินบริเวณกองกรวดและดินเลนมีปริมาณธาตุอาหารพืชในระดับใกล้เคียงกัน โดยมีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินดีกว่าบริเวณลานทรายอันเป็นพื้นดินส่วนใหญ่ของที่ดินเหมืองแร่ร้าง

คำนิยาม

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ International Foundation for Sciences แห่งประเทศสวีเดนที่ได้กรุณาให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยเรื่องนี้ การเก็บข้อมูลภาคสนามได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจาก คุณวิรัตน์ คันนิบาท แห่งกรมพัฒนาที่ดิน และเจ้าหน้าที่ของบริษัท ไทยทูดสหกรรมการเกษตร จำกัด

เอกสารอ้างอิง

- บุญวงศ์ ไทยทูดสห และนงนุช ทองเขต. 2528. สังคมพืชบนที่ดินเหมืองแร่เก่า. เอกสารเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาเรื่องปัญหาและแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ที่ใช้ทำเหมืองแร่แล้ว ณ จังหวัดภูเก็ต วันที่ ๘-11 พฤศจิกายน 2528. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 102-120.
- บุญวงศ์ ไทยทูดสห, สมศักดิ์ สุขวงศ์, สมกิต สิริพัฒน์ดิณ, ขาวชัย ขาวสุ และวิสุทธิ์ สุวรรณภักดิ์. 2517. การทดแทนของสังคมพืชในที่ดินเหมืองแร่ร้าง. เอกสารเสนอต่อที่ประชุมการป่าไม้ประจำปี 2517 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น. 10 หน้า.
- พิสุทธิ วิจารณ์ และบุญชนะ คำศรีทองคำ. 2521. รายงานการศึกษาลักษณะดินในบริเวณเหมืองทองที่จังหวัดพังงา ภูเก็ต และระนอง. กรมพัฒนาที่ดิน. เอกสารทางวิชาการเล่มที่ 22. 38 หน้า.
- วิรัตน์ คันนิบาท. 2519. ระดับปุ๋ยกับผลผลิตมะม่วงหินพานต์ที่ปลูกบนดินเหมืองแร่ดีบุก อำเภอละกูบ่า จังหวัดพังงา. กองบรรณคดีดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 32 หน้า.
- Anderson, D.W. 1977. Early stage of soil formation on glacial tin mine spoils in a semiarid climate. *Geoderma* 19:11-19.
- Hunt, C.F. and W.E. Sopper. 1973. Renovation of treated municipal sewage effluent and digested liquids sludge through irrigation of bituminous coal strip mine spoil. Pa. State Univ. Sch. For. Res. Briefs 7 (1) : 11-14.

- Stewart, W.D.P. 1973. Nitrogen fixation by photosynthetic microorganisms. *Ann. Rev. Microbiol* 7: 283-316.
- Thaiutsa, B. 1985. Natural regeneration of tin mined lands. A paper presented at the 2nd Asian Congr. : Technology for Rural Development, held in Kuala Lumpur. 18 p.
- Thaiutsa, B. 1990. Estimating productivity of *Casuarina equisetifolia* grown on tin-mined lands. In : *Advances in Casuarina Research and Utilization* (M.H. El-Lakany, et. al., Edit.) pp. 94-101. Desert Development Center, AUC., Cairo.
- Thaiutsa, B. and V. Tanpibal. 1987. Natural regeneration of *Casuarina equisetifolia* on mine tailings in southern Thailand. In : *Trees and Mycorrhiza* (F.S.P.Ng, Edit.) pp. 227-240. Forest Research Institute Malaysia, Kuala Lumpur.
- USDA. 1967. Soil laboratory methods and procedures for collecting soil sample. Soil Cons. Serv. Soil Surv. Invest. Rep. No 1. 63 p.