ภาคผนวก

(APPENDIX)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ I

(APPENDIX I)

ผลการศึกษาทางศิลาวรรณาของหินและ

รายละเอียดต่างๆ ของหน้าตัดดินแต่ละบริเวณ

(PETROGRAPHIC DESCRIPTION OF ROCKS

AND DESCRIPTION OF INDIVIDUAL PROFILES)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ I - 1

(Appendix I - 1)

ผลการศึกษาทางศิลาวรรณาของหิน

(Petrographic Description of Rocks)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sample No : 1 Map sheet : 4748 II Grid reference : 796635

Rock name : Granitoid Rock unit : Triassic Granites (G.t)

Field occurrence : Rock exposures are roughly 35 to 100 meters apart and cover about 2 to 10% of the surface area. The examined soil is on very steep convex slope (77%) of the road cut and appears to be derived exclusively from medium-grained granitic rocks under a natural vegetation of short grasses and ferns.

Hand specimen description : The rock is dark grayish brown, weathered, medium-grained, seriate porphyritic and granular. It consists mainly of quartz, feldspar and biotite. The quartz is colourless with grain size varying from less than 0.5 mm. to 5.0 mm. The feldspar is whitish, yellowish and pinkish with grain size ranging from 0.5 - 1.00 mm. The biotite is black and its grain size ranges from 0.5-2.0 mm.

Mineral composition :

Quartz	31.8%	Apatite	0.1%
Plagioclase	28.9%	Fe-oxides	%
Alkali feldspar	21.9%	Sericite	%
Biotite	17.3%	Clay minerals	%
Zircon	0.1%	Chlorite	%

(plate A.I-1.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

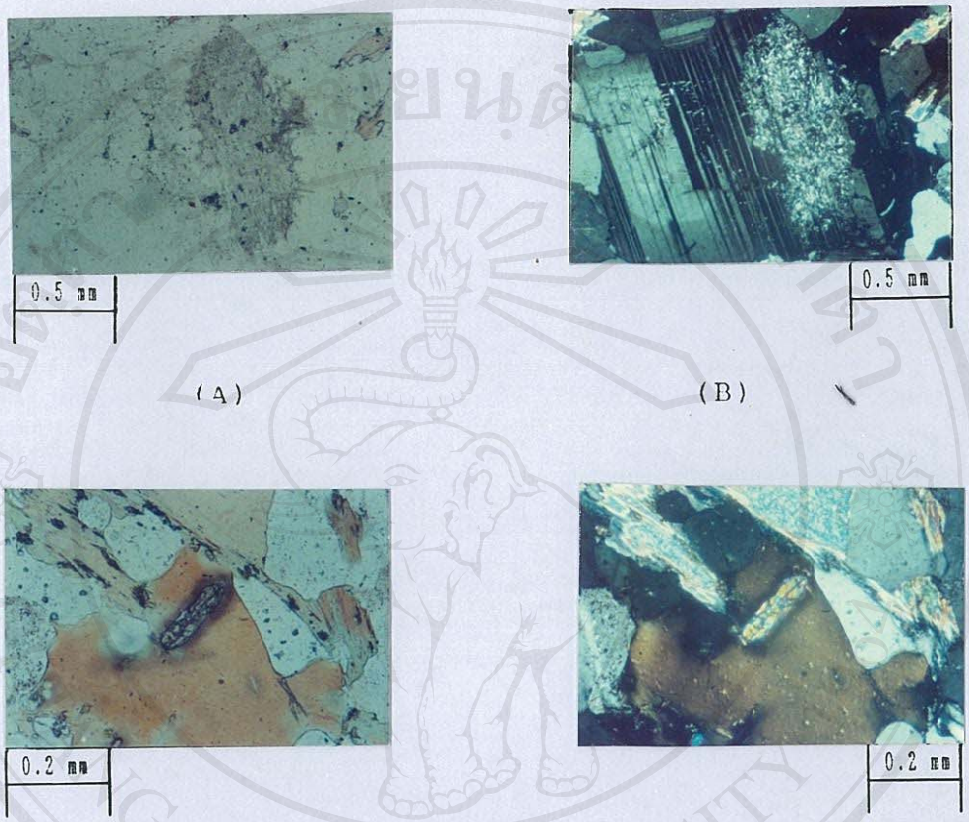


Plate A.I-1.1 Photomicrographs of Triassic granite from thin section No.1:(A) and (C) plane polarized light; (B) and (D) crossed polars. (A) and (B) show alteration of plagioclase to sericite and clay minerals. (C) and (D) show a zircon inclusion with pleochroic holos and a apatite inclusion in a biotite flake. Alteration of biotites to chlorites can also be observed at edges of biotite flakes.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Petrographic description : It is a medium-grained, hypidiomorphic granular and seriate porphyritic rock, consists mainly of plagioclase, alkali feldspar, quartz and biotite. The plagioclases are euhedral to subhedral tabular crystals, from 0.2-5.0 mm. in length. They usuallyshow polysynthetic twinning and zoning. Myrmekitictextures are also observed near some plagioclasecrystals. Numerous plagioclase crystals altered to sericite and clay minerals. Some small biotite flakes occassionally include in theplagioclases. The alkali feldspar are subhedral to anhedral tabular orthoclases, 0.5-6.0 mm. in length. Carlsbad twinning are common in large orthoclase crystals with micrographic intergrowth at the edges. Quartz is anhedral interstitial mineral,less than 0.2 mm. up to 3.0 mm. in diameter and it occurs in interstices between other constituents. Biotite is subhedral to anhedral flakes ranging from 0.1-3.0 mm. and partially altered to chlorite , especially at the edges or along cleavages. Apatite, zircon and Fe-oxides are common accessory minerals. They occasionally include in biotite flakes. In the case of included zircons in biotite, pleochroic halos can be observed around zircon crystals.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sample No : 2 Map sheet : 4748 III Grid reference:556702

Rock name : Granitoid Rock unit : Carboniferous Granites (G.h)

Field occurrance : Rock exposures are roughly 10 to 35 meters apart and cover about 10% to 25% of the surface area. The examined soil is on very steep convex slope (84%) of the road cutand appears to be derived exclusively from medium-grained granitic rocks under a natural vegetation of hill evergreen forest with pine on the ridge.

Hand specimen description : The rock is grayish green when fresh, yellowish brown when weathered, medium-grained,seriate porphyritic and granular.It consists mainly of quartz, feldspar and chlorite. The quartz is colourless with grain size varying from less than 0.5 mm. up to 3.0 mm. The feldspar is whitish, yellowish to pinkish with grain size ranging from 0.5 mm.-1.0 cm. in diameter. The chlorite is green, less than 0.5 mm. long.

Mineral composition :

Alkali feldspar	30.4%	Fe-oxides	%
Quartz	30.1%	Sericite	%
Plagioclase	23.4%	Clay minerals	%
Chlorite	15.8%	Zoisite	%
Zircon	0.2%	Muscovite	%
Biotite	0.1%	Epidote	%
Apatite	%	Calcite	%

(plate A.I-1.2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

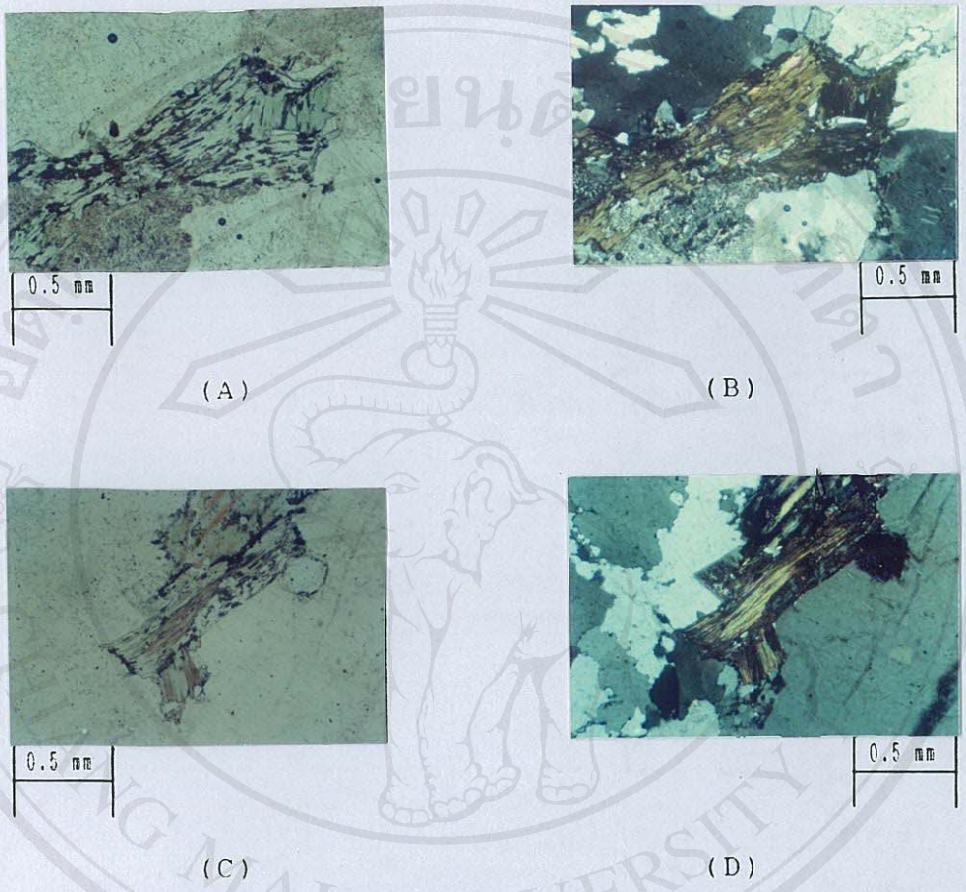


Plate A.I-1.2 Photomicrographs of Carboniferous granite from thin section No.2 : (A) and (C) plane polarized light; (B) and (D) crossed polars. Alteration of plagioclase to clay mineral and sericite can be clearly seen in (A) and (B). Chlorite, epidote and Fe-oxides are alteration products of biotites. Relicts of biotite remain at about center of chlorite flakes.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Petrographic description : The rock is medium-grained, seriate porphyrictic, hypidiomorphic granular with major constituents of subhedral tabular microclines and orthoclases, euhedral to subhedral tabular plagioclases, anhedral interstial quartz and anhedral chlorite flakes. The microclines range from 0.5 mm. to 4.0 mm.,show grid twinning. Within large crystals of microcline, inclusions of chlorite and plagioclase of average grain size about 0.2 mm. in length are common. Alteration of microclines to clay minerals and sericite is not always present. The plagioclases show polysynthetic albite twin and have highly been altered to sericite, clay minerals, epidote, calcite and muscovite. The size of plagioclases rangs from 0.2-2.0 mm. long. Some plagioclase crystals show bending of twin lamellae due to strong deformation. The chlorite flakes are altered from biotite, rangefrom 0.1-0.2 mm and frequently associated with zoisite and epidote. The quartz appears asinterstitial mineral filling the spaces between the feldspar crystals. Most of quartz crystals vary the size from less than 0.1 mm. up to 2.0 mm. in diameter and interlock each other as consertal texture. Apatite and somewherezircon are common accessories.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sample No : 3 Map Sheet : 4949 III Grid reference : 525244

Rock name : Granitoid Rock unit : Triassic Granites (G.t)

Field occurrence : Rock exposures are roughly less than 35 meters apart and cover less than 2% of the surface area. The studies soil profile is slope near summit of rise, on very steep convex slope (56%) of the road cutand appears to be derived exclusively from medium-grained grainitic rocks under a natural vegetation of shrot grasses, Imperata cylindrica Beauv. and Pinus spp.

Hand specimen description : The rock is slightly weathered, grayish brown, medium-grained, seriate porphyritic and granular. It consists mainly of quartz, feldspar and biotite. The of quartz is colourless with grain size vary from less than 0.5 mm up to 3.0 mm. in diameter. The feldspar is whitish, yellowish, pinkish and reddish with ranging of grain size from 0.5-6.0 mm. long. The biotite is black, 0.5-2.0 mm. long.

Mineral composition :

Quartz	32.2%	Apatite	%
Plagioclase	26.1%	Fe-oxides	%
Alkali feldspar	25.5%	Sericite	%
Biotite	16.2%	Clay minerals	%
Zircon	%	Chlorite	%

(plate A.I-1.3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

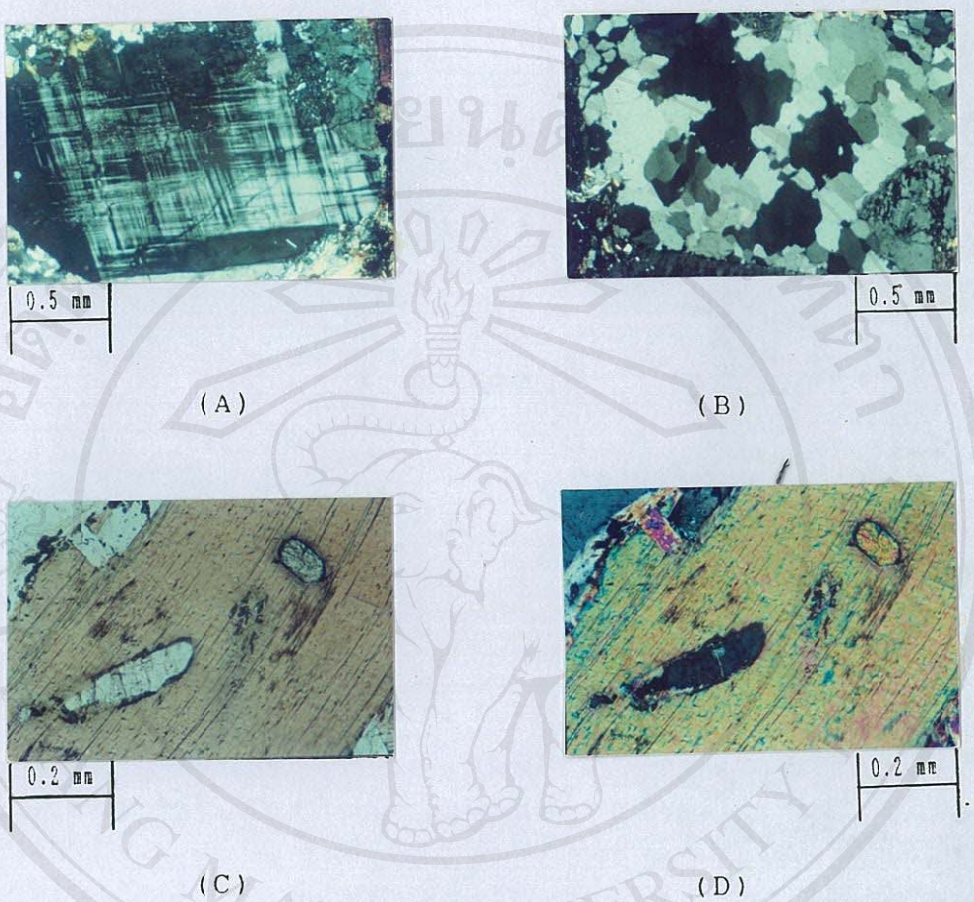


Plate A.I-1.3 Photomicrographs of Triassic granite in thin section No.3 : (A), (B) and (D) crossed polars; (C) plane polarized light. (A) Grid twinning in microcline. (B) Consertal quartz. (C) and (D) Inclusions of zircon and apatite in a biotite flake.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Petrographic description : It is a medium-grained, hypidiomorphic granular and seriate porphyritic rock. It consists mainly of microcline, plagioclase, biotite and quartz. The microclines are subhedral to anhedral tabular crystal, 1.0-4.0 mm. long. Large microcline crystals contain inclusions of plagioclase, biotite and quartz with average grain size about of 0.06 mm. in diameter. Alteration of microclines to clay minerals is uncommon comparing to the plagioclases. The plagioclases are euhedral to subhedral tabular crystals, 0.5-4.0 mm. long and usually show polysynthetic twinning and zoning. Small flakes of biotite occasionally include in plagioclases. Alteration of plagioclases to sericite and clay mineral is common, especially at the central portions of the plagioclase crystals. Biotite is subhedral to anhedral flakes, 0.05 mm. to 2 mm. long. Some biotite flakes contain zircon and apatite inclusion and some flakes bend around plagioclase crystals. Alteration of biotite to chlorite can be observed at the edges and clevages. Quartz is anhedral interstitial mineral with averge grain size about 3.0 mm. Small consertal quartz crystals are also observed. Quartz strings occur around some plagioclase and microcline crystals. Zircon, apatite and Fe-oxides are common accessory minerals. Secondary muscovite include in plagioclases, biotites and microclines.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sample No : 4 Map Sheet : 4949 III Grid reference : 708134

Rock name : Granitoid Rock unit : Carboniferous Granites (G.h)

Field occurance : Rock exposures are roughly 35 to 100 meters apart and cover 2 to 10% of the surface area. The studied soil profile is on steep convex slope (47%) of the road cut and appears to be derived exclusively from medium-grained granitic rocks under a natural vegetation of dry evergreen forest.

Hand specimen description : The rock is slightly weathered, yellowish brown, medium-grained, seriate porphyritic and granular. It consists mainly of quartz, feldspar and biotite. The quartz is colourless with grain size varying from less than 0.5 mm up to 4.0 mm. The feldspar is whitish, yellowish, pinkish and reddish, 0.5-5.0 mm. long. The biotite flake is black and grain size ranges from 0.5-2.0 mm. Hornblende is also black and sparsely distributes throughout the rock sample.

Mineral composition :

Quartz	34.4%	Apatite	%
Alkali feldspar	30.7%	Fe-oxides	%
Plagioclase	24.4%	Sphene	%
Biotite	9.6%	Sericite	%
Hornblende	0.8%	Clay minerals	%
Chlorite	0.1%	Allanite	%
Zircon	%		

(plate A.I-1.4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

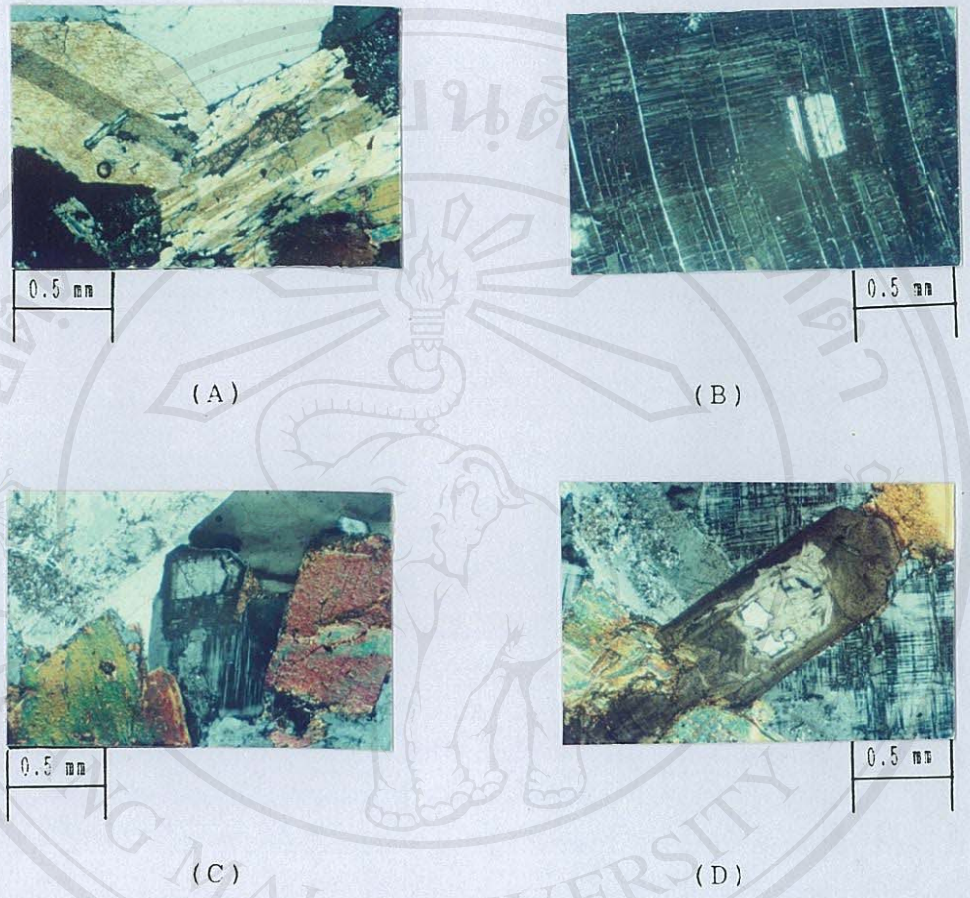


Plate A.I-1.4 Photomicrographs of Carboniferous granite from thin section No.4 : (crossed polars). (A) Euhedral to subhedral prismatic hornblende with polysynthetic twinning and anhedral sphene. (B) Bending of twin lamellae in plagioclase (C) Zoned plagioclase and bending of cleavage traces in biotite. (D) Zoned allanite.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Petrographic description : It is a medium-grained, hypidiomorphic granular and seriate porphyritic, rock, consists mainly of microcline, plagioclase, quartz and biotite. The microclines are subhedral to anhedral tabular crystals, 0.6-3.0 mm. long. Some biotite, quartz, plagioclase and apatite crystals include in microclines. Granophyric intergrowths at the edges of micorclines are occasionally observed. Alteration of microclines to clay minerals is less common comparing to plagioclases. The plagioclases are euhedral to subhedral tabular crystals, 0.2-5.0 mm. long. They usually show polysynthetic twinning, zoning and bending of twin lamellae. Some crystals of biotite, apatite and zircon are found to be as inclusions in plagioclases. Alteration of plagioclase to sericite and clay minerals is common. Quartz is anhedral interstial mineral, ranges from 0.1-3.0 mm. in diameter and also as aggregate of interlocked small crystals around some microcline and plagioclase crystals. The biotitesoccur sparsely as small flakes with average grain size of 2.0 mm. At the edges or along elevages of some biotite crystals, presence of alteration of biotite to chlorite is also observed. Some biotite flakes show kinking phenomenon due to strain. Inclusions of apatite and zircon are common in biotite. The hornblendes are euhedral to subhedral prismatic crystals with ranging of grain size from 0.3-4.0 mm. They usually show polysynthetic twinning and some biotites occur at the edges of hornblende crystals. Sphene, apatite, Fe-oxides, zircon and zoned allanite are common accessory minerals.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sample No : 5 Map sheet : 4645 III Grid reference : 006080

Rock name : Granitoid Rock unit : Triassic Granites (G.t)

Field occurrence : Rock exposures are roughly less than 35 meters apart and cover less than 2% of the surface area. The examined soil is near summit of rise, on very steep convex slope (90%) of the road cut and appears to be derived exclusively from medium-grained granitic rocks under a natural vegetation of short grasses, Imperata cylindrica Beauv. and Pinus khasya Royle.

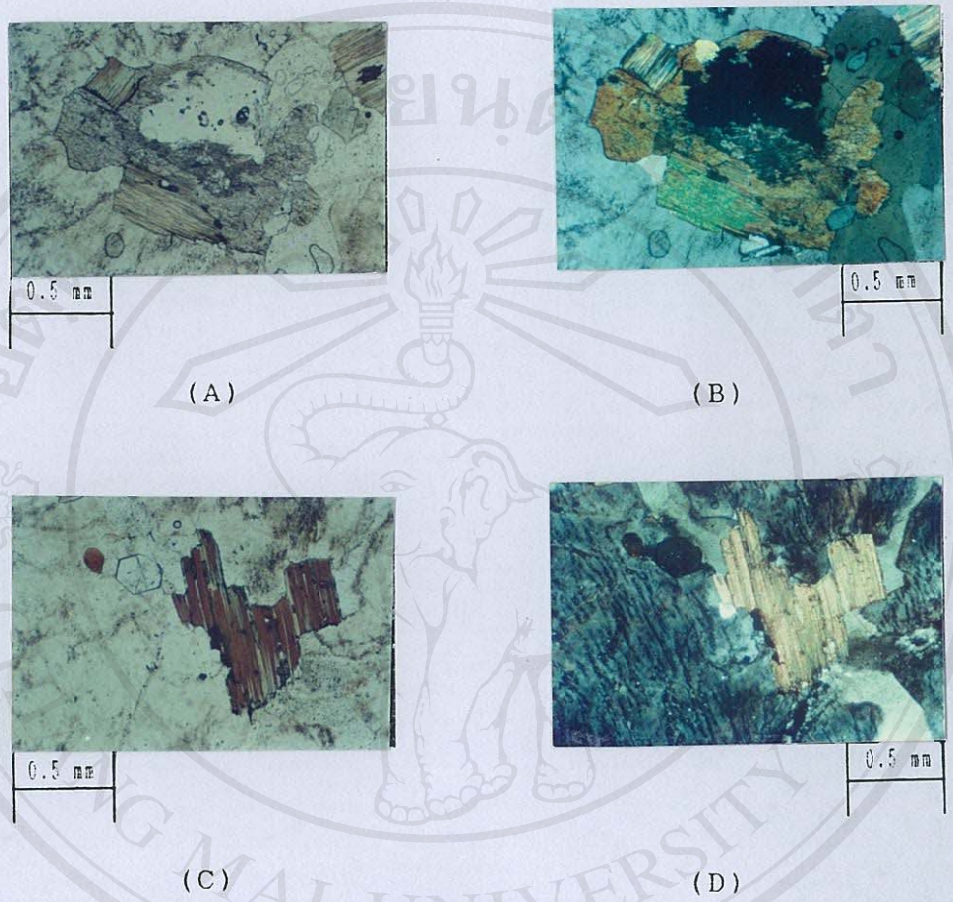
Hand specimen description : It is medium-grained, porphyritic and granular rock. Fresh colour is dark gray and weathered colour is yellowish brown. It consists mainly of feldspar with phenocrysts in the groundmass of quartz feldspar and biotite. The feldspar is whitish, yellowish, and pinkish,less than 1.0 mm up to 2.5 cm. in length. The quartz is colourless with grain size varying from less than 0.5 mm up to 5.0 mm. The biotite is black and its grain size ranges from 0.5-2.0 mm.

Mineral composition :

Quartz	38.7%	Fe-oxides	%
Alkali feldspar	31.6%	Sphene	%
Plagioclase	19.8%	Sericite	%
Biotite	9.9%	Clay minerals	%
Hornblende	%	Chlorite	%
Zircon	%	Zoisite	%
Apatite	%		

(plate A.I-1.5)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(A) (B)

(C) (D)

Plate A.I-1.5 Photomicrographs of Triassic granite from thin section No.5 : (A) and (C) plane polarized light; (B) and (D) crossed polars. (A) and (B) Hornblende and biotite, the latter is partially altered to chlorite. Small apatite crystals are included in a quartz crystal. (C) and (D) Biotite and included apatite in perthite.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Petrographic description : It is a medium-grained, porphyritic and granular rock with phenocrysts of subhedral to anhedral tabular orthoclases. The groundmass contains euhedral to subhedral tabular plagioclases, subhedral to anhedral platy biotites and anhedral quartz. The orthoclase phennocrysts range from 0.5 cm to 1.4 cm with micropertitic texture and simple carlsbad twin. Large orthoclase phenocrysts contain inclusions of biotite, plagioclase, quartz, small hornblende and apatite crystals. The plagioclases show polysynthetic twinning and zoning, range from 0.3-2.0 mm. inlength.Alteratio n of plagioclases to clay minerals, zoisite and sericite is common, especially at the central portion of the plagioclase crystals. Small biotite flakes are also found to be included in plagioclases. Mymekitic intergrwoths between quartz and sodic plagioclase are locally observed at the edges of some plagioclase crystals. Quartz appears to be an interstitial minerals. Biotite flakes range from 0.1-1.5 mm. inlength and partially altered to chlorite at cleavages planes and crystal edges. The hornblendes are subhedral prismatic to anhedral crystals and show polysynthetic twinning. Sphene, as wedge-shaped crystalswith grain size about 1.0 mm., apatite, zircon and Fe-oxides are common accessory minerals.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sample No : 6 Map sheet : 4645 I Grid reference : 440265

Rock name : Granitoid Rock unit : Carboniferous Granites (G.h)

Field occurrence : Rock exposures are roughly 35 to 100 meters apart and cover 2 to 10% of the surface area. The examined soil is on steep convex slope (30%) of the road cut and appears to be derived exclusively from medium-grained grainitic rocks under a natural vegetation of hill evergreen forest.

Hand specimen description : The rock is brownish, weathered, medium-grained, seriate porphyritic granular. It consists mainly of quartz, feldspar and biotite. The quartz is colourless with grain size varying from less than 0.5 mm up to 2.0 mm. The feldspar is whitish, yellowish, pinkish and reddish, 0.5-5.0 mm. long. The biotite flake is black with grain size less than 0.5 mm.

Mineral composition :

Alkali feldspar	50.8%	Apatite	%
Quartz	33.7%	Fe-oxides	%
Plagioclase	9.6%	Sericite	%
Biotite	4.9%	Clay minerals	%
Chlorite	0.9%	Muscovite	%
Zircon	0.1%		

(plate A.I-1.6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

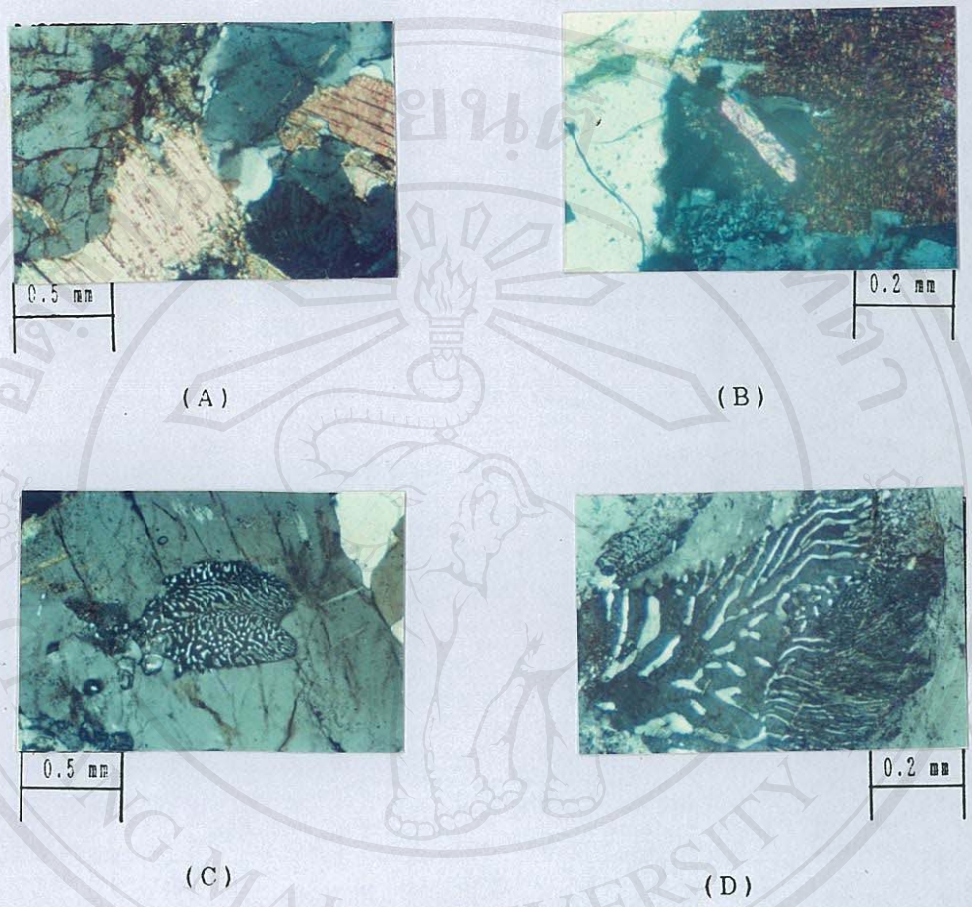


Plate A.I-1.6 Photomicrographs of Carboniferous granite in thin section No.6 : (crossed polars). (A) Biotite, quartz and orthoclase. (B) Biotite, quartz and zircon. (C) and (D) Myrmekitic intergrowth between vermicular quartz and Na-plagioclase.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Petrographic description : It is a medium-grained, hypidiomorphic granular rock with major constituents of euhedral to subhedral tabular orthoclases, anhedral to subhedral tabular plagioclases, anhedral interstitial quartz and anhedral biotite flakes. The orthoclases show micropertitic texture and contain some small inclusions of quartz. Micrographic and granophyric textures are frequently observed near the orthoclase crystals. The size of orthoclases range from 0.5-2.5 mm. The plagioclases range from 0.3-3.0 mm., usually show polysynthetic albite twin and high alteration to clay minerals and sericite. Small myrmikitic intergrowths between vermicular quartz and sodic plagioclase are locally observed at the edges of some plagioclase crystals. Small biotite flakes occasionally include in plagioclase. The quartz appears as interstitial mineral filling the spaces between feldspar crystals. Most of quartz crystals range from less than 0.1 mm. up to 2.0 mm. and interlock each other as consertal texture. The biotites occur sparsely as small flakes with grain size less than 1.5 mm. Some flakes have been altered to chlorite, especially at the edges of flakes or along cleavages. Secondary muscovite, chlorite and opaque Fe-oxides are sometimes found to be associated with the altered biotite. Apatite and zircon are common accessories. Included zircons in biotite are obviously detected from the appearenceof pleochroic halos.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ I-2

(Appendix I-2)

ผลการศึกษารายละเอียดต่างๆ ของหน้าตัดดินแต่ละบริเวณ

(Description of Individual Profiles)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

I. Information on the Site :

a. Profile number : 1

b. Soil name : Unknown

c. Higher category classification :

FAO : Humic Cambisols

USDA : Oxic Humitropepts

d. Date of examination : 23 May 1987

e. Author : Anongrak, N. and J. Pinthong.

f. Location : Ban Kae Noi. Tam Bon Muang Na. Amphoe Chiang Dao. Changwat Chiang Mai. Approximately 19° 34' N. 98° 48' E. (Grid Reference:796635, Sheet:4748 II)

g. Elevation : 1580 meters

h. Land form :

i. physiographic position : on convex slope

ii. surrounding land form : mountainous

iii. microtopography : nil

i. Slope on which profile is sited : very steep (77%), south aspect

j. Vegetation and Land-use : Fairly dense cover of short grasses include Imperata cylindrica Beauv.; and ferns include Nephrolepis spp. Land is also used for the watershed forest protected area.

k. Climate : Data derived from Mae Hong Son meteorological station (90 km. southeast of the site at the elevation of station 267 meters)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Average of 35 years (1951-1980)

Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mean monthly rainfall (mm)	15.3	2.2	8.8	43.8	172.0	181.4	210.8	262.9	231.7	107.8	27.2	11.8
Mean monthly temperature(°C)	20.5	21.1	26.1	29.7	28.6	27.1	26.7	26.3	26.5	26.1	24.2	21.3

Mean annual rainfall, 1275.7 mm.
Mean annual temperature, 25.4 °C.

II. General Information on the Soil :

a. Parent material : Apparently derived "in situ" from deeply weathered granitic rocks in Triassie peroid.

b. Drainage : Class 4 - well drained.

c. Moisture condition in profile : Dry throughout.

d. Depth of groundwater table : Nil

e. Presence of surface stones and rock outcrops : Class 1 : in each case-fairly stony (boulders) and fairly rocky.

f. Evidence of erosion : Slight sheet erosion at site and slight rill erosion in adjacent field.

g. Presence of salt or alkali : Nil

h. Human influence : Nil

III. Brief Description of the Profile

Deep, well drained, grayish brown in A horizon and reddish yellow in B horizon, clay loam in A horizon and sandy clay loam in B horizon. Structure is weak in A horizon and moderate in B horizon. Root distribution normal, roots being concentrated in the 25 cm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(A)

(B)

Plate A.I-2.1 Photographs showing soil profile number 1 (A) and associated topographic features (B).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

IV. Profile Description

A1 0-20 cm Dark grayish brown (10 YR 4/2) moist and brown (10 YR 5/3) dry, clay loam; weak very fine granular; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, soft when dry; many fine and medium interstitial pores; frequent fine and medium roots; clear and wavy boundary; pH 5.4 (Sample No.11)

A&B 20-38 cm Dark brown (7.5 YR 4/4) moist and strong brown (7.5 YR 5/6) dry, clay loam; weak fine and medium granular; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, soft when dry; many fine and medium interstitial pores; common fine and medium roots; clear and wavy boundary; pH 5.0 (Sample No.12)

Bw1 38-64 cm Reddish yellow (7.5 YR 6/6) moist and reddish yellow (7.5 YR 7/6) dry, clay loam; weak fine and medium subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, slightly hard when dry; common fine interstitial pores; few fine roots; clear and smooth boundary; pH 5.0 (Sample No.13)

Bw2 64-120 cm Reddish yellow (7.5 YR 6/8) moist and reddish yellow (7.5 YR 7/6) dry, sandy clay loam; moderate medium subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, firm when moist, slightly hard when dry; common fine interstitial pores; few fine

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

angular quartz gravel (0.2-0.4 cm); few fine roots; clear and smooth boundary; pH 4.8 (Sample No.14)

Bw3 120-180 cm Reddish yellow (7.5 YR 6/6) moist and reddish yellow (7.5 YR 8/6) dry, sandy clay loam; moderate coarse subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, slightly hard when dry; few very fine interstitial pores; few very fine roots; clear and smooth boundary; pH 4.8 (Sample No.15)

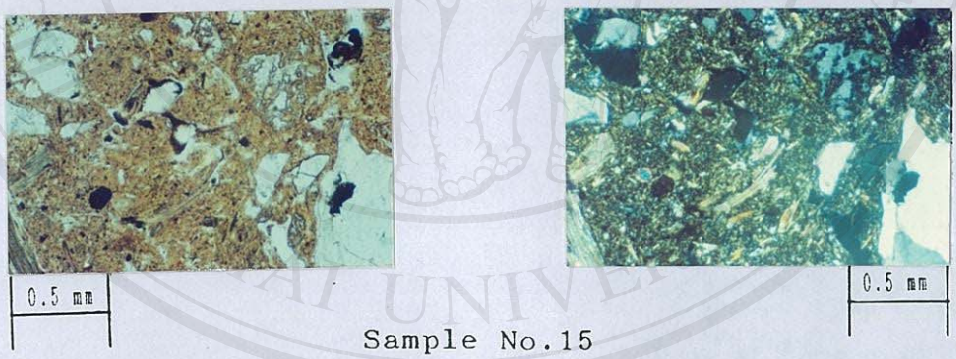
Bw4 180-320 cm Reddish yellow (7.5 YR 6/8) moist and reddish yellow (7.5 YR 8/6) dry, sandy clay loam; moderate coarse subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, slightly hard when dry; few very fine interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.2-0.6 cm.); no roots; clear and smooth boundary; pH 5.6 (Sample No.16)

Cr 320-400 cm Reddish yellow (7.5 YR 6/8) moist and reddish yellow (7.5 YR 7/6) dry, many fine and medium distinct yellowish red, white, pink and dark reddish brown mottles, coarse sandy loam; weak fine granular; non sticky, non plastic, very friable when moist, loose when dry; few fine interstitial pores; frequent fine angular quartz gravel (0.4-1.0 cm.) and few small stones (8.0-10.0 cm.) of weathered granite; no roots; pH 4.8 (Sample No.17)

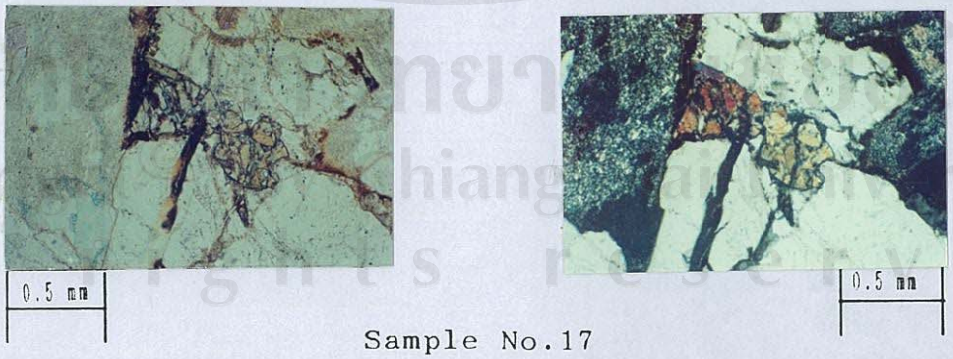
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sample No.11

Sample No.14



Sample No.15



Sample No.17

Plate A.I-2.2 Photomicrographs showing micromorphological characters of the Sample No.11, 14, 15 and 17. (left photographs : plane polarized light; right photographs : crossed polars)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

V. Description of Soil Thin Section

Profile No.1

Sample No.11 (A1 horizon, 0-20 cm.)

The structure is granular. The skeleton grains consists mainly of quartz. Quartz is subangular, low sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.02-0.05 mm. The size of compound packing voids is more than 0.1 mm. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

Sample No.14 (Bw2 horizon, 64-120 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consists mainly of quartz and biotite. Quartz is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.1-0.9 mm. Biotite is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.1-0.3 mm. The size of irregular compound packing voids rangs from 0.03-0.1 mm. The accumulation of clay minerals in the form of cutans and some nodules of ferrugineous compound ranging in size less than 0.1 mm are observed. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

Sample No.15 (Bw3 horizon, 120-180 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consists mainly of quartz and biotite. Quartz is angular, low sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.1-0.8 mm. Biotite is angular, low sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.05-0.5 mm. The size of orthovughs is more than 0.1 mm.Less argillans and nodules of ferrugineous compound in the thin section. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sample No.17 (Cr horizon, 320-400 cm.)

The minerals consists mainly of quartz, plagioclase and biotite. The size of quartz and plagioclase are more than 2.0 mm. and biotite ranging in size from 0.3-1.0 mm. The size of ortho-skew planes is about 0.05 mm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

I. Information on the Site :

a. Profile number : 2

b. Soil name : Unknown

c. Higher category classification :

FAO : Orthic Acrisols

USDA : Ustoxic Tropohumults

d. Date of examination : 24 May 1987

e. Author : Anongrak, N. and J. Pinthong

f. Location : Ban Mae Hat. Amphoe Wiang Haeng. Changwat Chiang Mai. Approximately 19° 38' N. 98° 34' E. (Grid Reference:556702, Sheet:4748 III)

g. Elevation : 900 meters

h. Land form :

i. physiographic position : on convex slope

ii. surrounding land form : mountainous

iii. microtopography : nil

i. Slope on which profile is sited : very steep (84%), north aspect

j. Vegetation and Land-use : Hill evergreen forest with pine on the ridge. Trees include Castanopsis spp. and Quercus spp. Land is also used for the watershed forest protected area.

k. Climate : Data derived from Mae Hong Son meteorological station (75 km. southwest of site at elevation of station 267 meters).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Average of 35 years (1951-1980)

Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mean monthly rainfall (mm)	15.3	2.2	8.8	43.8	172.0	181.4	210.8	262.9	231.7	107.8	27.2	11.8
Mean monthly temperature(°C)	20.5	21.1	26.1	29.7	28.6	27.1	26.7	26.3	26.5	26.1	24.2	21.3

Mean annual rainfall, 1275.7 mm.
Mean annual temperature, 25.4 °C.

II. General Information on the Soil :

a. Parent material : Apparently derived "in situ" from deeply weathered granitic rocks in Carboniferous peroid.
b. Drainage : Class 4 - well drained.
c. Moisture condition in profile : Dry throughout.
d. Depth of groundwater table : Nil
e. Presence of surface stones and rock outcrops : Class 2 in each case - stony (boulders) and rocky.
f. Evidence of erosion : Slight rill erosion at site and moderate gully erosion in adjacent field.
g. Presence of salt or alkali : Nil
h. Human influence : Nil

III. Brief Description of the Profile

Deep, well drained, dark brown in A horizon and red in B horizon, texture of the A and B horizons is variable. Structure is weak througout. Closer examination shows a well developed argillic B with quite developed cutans. Root distribution normal, roots being concentrated in the 28 cm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(A)

(B)

Plate A.I-2.3 Photographs showing soil profile number 2 (A) and associated topographic features (B).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

IV. Profile Description

A1 0-15 Dark brown (7.5 YR 3/2) moist and dark brown (7.5 YR 4/4) dry, sandy clay loam; weak very fine granular; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, soft when dry; many fine and medium interstitial pores; very frequent fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 6.6 (Sample No.21)

A3 15-28 cm Dark reddish brown (5 YR 3/4) moist and yellowish red(5 YR 4/6) dry, clay loam; weak very fine and fine granular;slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, soft when dry; many fine and medium interstitial pores; frequent fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 5.0 (Sample No.22)

Bt21 28-55 cm Dark red (2.5 YR 3/6) moist and red (2.5 YR 4/8) dry, clay; weak fine subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, firm when moist, slightly hard when dry; common fine and medium interstitial pores; common fine and medium roots; gradual and wavy boundary; pH 5.0 (Sample No.23)

Bt22 55-140 cm Red (2.5 YR 4/6) moist and red (2.5 YR 5/8) dry, clay; moderate fine and medium subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, firm when moist, slightly hard when dry; common fine interstitial pores; few fine roots; gradual and smooth boundary; pH 5.0 (Sample No.24)

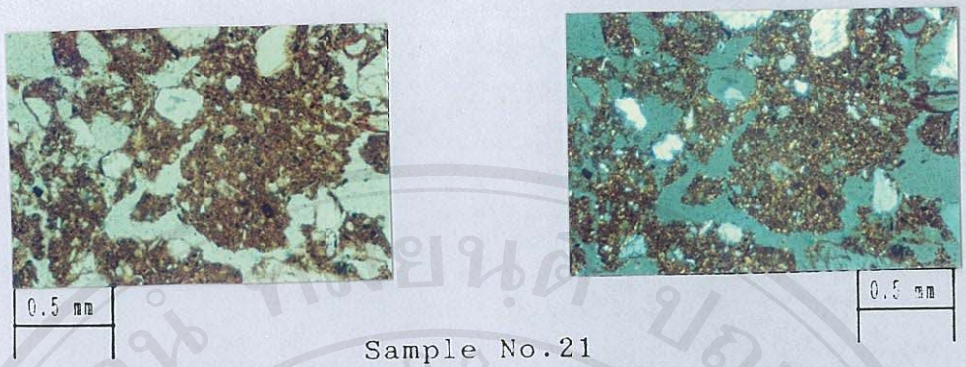
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Bw3 140-280 cm Red (2.5 YR 4/6) moist and light red (2.5 YR 6/8) dry, sandy clay loam; weak fine and medium subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, slightly hard when dry; common fine interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.2-0.4 cm.); few fine roots; gradual and smooth boundary; pH 5.2 (Sample No.25)

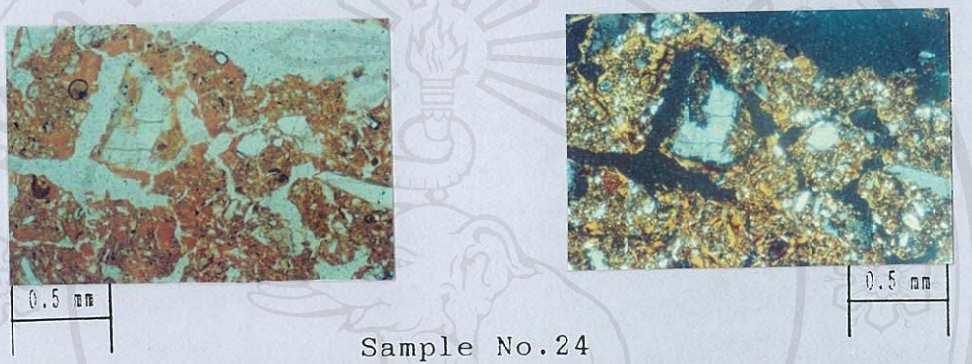
Cr1 280-550 cm Red (2.5 YR 4/6) moist and red (2.5 YR 5/8) dry, many fine distinct reddish yellow, white, pink and dark reddish brown mottles, coarse sandy loam; structureless very fine and fine granular; non sticky, non plastic, very friable when moist, loose when dry; few micro and very fine interstitial pores; few fine granular quartz gravel (0.2-0.5 cm.) and very few irregular fragments (1.0-3.0 cm.) of a strongly weathered granite; few very fine roots; diffuse and wavy boundary; pH 6.2 (Sample No.26)

Cr2 550-600 cm Reddish brown (5 YR 4/4) moist and yellowish red (5 YR 5/6) dry, many fine and medium distinct white, pink and reddish yellow mottles, loamy coarse sand; structureless very fine granular; non sticky, non plastic, loose when moist, loose when dry; few micro and very fine interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.2-0.5 cm.) and very few irregular fragments (1.0-5.0 cm.) of a strongly weathered granite; no roots; pH 6.2 (Sample No.27)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

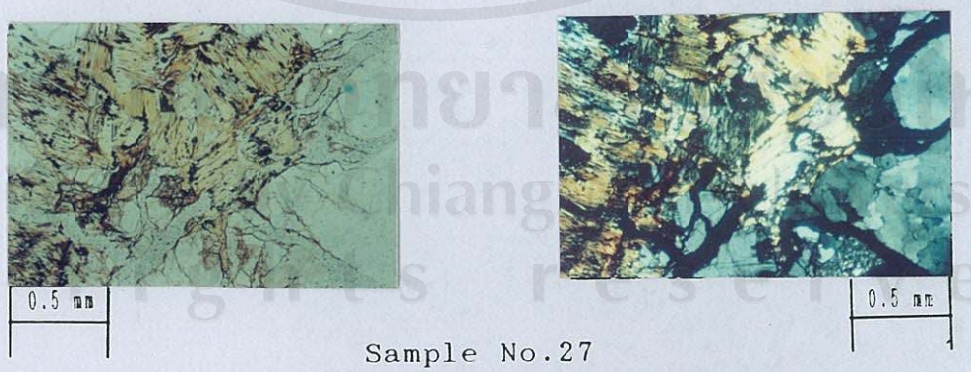


Sample No.21



Sample No.24

Sample No.25



Sample No.27

Plate A.I-2.4 Photomicrographs showing micromorphological characters of the Sample No.21, 24, 25 and 27. (left photographs : plane polarized light; right photographs : crossed polars)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

V. Desciption of Soil Thin Section

Profile No.2

Sample No.21 (A1 horizon, 0-15 cm.)

The structure is granular. The skeleton grains consists mainly of quartz. Quartz is angular, low sphericity and non-uniform in distribution with grain size ranging from 0.05-0.1 mm. The size of compound packing voids ranges from 0.03-0.1 mm. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

Sample No.24 (Bt22 horizon, 55-140 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consists mainly of quartz, alkali feldspar and plagioclase. Quartz is subangular, low sphericity and uniform in distribution with grain size varying from 0.2 mm. up to more than 1 mm. Alkali feldspar is subangular, low sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.4-0.6 mm. Plagioclase is subangular, low sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.3-0.5 mm. The size of craze planes is more than 0.1 mm.Dominantly shown cutans of argillans type. Clearly shown is papules of ferrugineous compound and argillans in the form lamelar fabric is obvious. S-matrix within primary peds is argillasepic plasmic fabric.

Sample No.25 (Bw3 horizon 140-280 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consists mainly of quartz, alkali feldspar, plagioclase and chlorite. Quartz is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.1-1.0 mm. Alkali feldspar is angular, low sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.1-1.0 mm. Plagioclase is angular, low

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.1-1.0 mm. Chlorite is angular,low sphericity and uniform in distribution, with grain size ranging from 0.05-0.8 mm. The size of craze planes is more than 0.1 mm. Dominantly cutans of argillans type.S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric

Sample No.27 (Cr2 horizon, 550-600cm.)

The mineral consists mainly of quartz, alkali feldspar, plagioclase and chlorite with grain size larger than 1 mm. The size of craze planes is 0.1 mm. in average.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

I. Information on the Site :

a. Profile number : 3

b. Soil name : Unknown

c. Higher category classification :

FAO : Orthic Acrisols

USDA : Orthoxic Tropohumults

d. Date of examination : 30 May 1987

e. Author : Anongrak, N., J. Pinthong and C. Sukasame.

f. Location : Ban Therd Thai. Amphoe Mae Chan. Changwat Chiang Rai. Approximately 20° 07' N. 99° 30' E. (Grid Reference:525244, Sheet:4949 III)

g. Elevation : 1200 meters

h. Land form :

i. physiographic position : on convex slope near summit of rise.

ii. surrounding land form : mountainous

iii. microtopography : nil

i. Slope on which profile is sited : very steep (56%),north aspect

j. Vegetation and Land-use : Fairly dense cover of short grasses. (mainly, Imperata cylindrica Beauv.) Plantation and site for Pinus spp. Land is also used for the watershed forest protected area.

k. Climate : Data derived from Chiang Rai meteorological station (45 km southeast of the site at the elevation of station 394 meters)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Average of 35 years (1951-1980)

Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mean monthly rainfall (mm)	20.0	9.2	26.6	79.1	219.4	241.4	309.5	425.2	278.8	133.6	36.4	22.2
Mean monthly temperature(°C)	19.5	21.7	24.6	27.5	27.5	27.1	26.7	26.2	26.1	25.0	22.5	19.6

Mean annual rainfall, 1801.4 mm.
Mean annual temperature, 24.5 °C.

II. General Information on the Soil :

a. Parent material : Apparently derived "in situ" from deeply weathered granitic rocks in Triassie peroid.
b. Drainage : Class 4 - well drained.
c. Moisture condition in profile : Dry throughout.
d. Depth of groundwater table : Nil
e. Presence of surface stones and rock outcrops : Class O in each case - very few stones and very few rocks.
f. Evidence of erosion : Slight sheet erosion at site and in adjacent field.
g. Presence of salt or alkali : Nil
h. Human influence : Nil

III. Brief Description of the Profile

Deep, well drained soils. The colour of the A is dark reddish brown and red in the B horizon. The texture is clay loam in A horizon and clay in B horizon. Structure is weak in A horizon and moderate in B horizon. Root distribution normal, roots being concentrated in the 28 cm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(A)

(B)

Plate A.I-2.5 Photographs showing soil profile number 3(A) and associated topographic features (B).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

IV. Profile Description

A1 0-10 cm Dark reddish brown (5 YR 3/3) moist and reddish brown (5 YR 4/4) dry, clay loam; weak very fine granular; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, soft when dry; many fine and medium interstitial pores; very frequent fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 5.2 (Sample No.31)

A3 10-28 cm Dark reddish brown (5 YR 3/4) moist and yellowish red (5 YR 4/6) dry, clay loam; weak fine granular; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, slightly hard when dry; many fine and medium interstitial pores; frequent fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 4.8 (Sample No.32)

B1 28-65 cm Reddish brown (5 YR 4/4) moist and yellowis red (5 YR 5/6) dry, clay loam; weak fine subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, slightly hard when dry; common fine and medium interstitial pores; common fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 4.8 (Sample No.33)

Bt21 65-110 cm Yellowish red (5 YR 4/6) moist and yellowish red (5 YR 5/8) dry, clay; moderate fine subangular blocky; sticky, plastic, firm when moist, hard when dry; few fine interstitial pores; few fine roots; gradual and smooth boundary; pH 5.0 (Sample No.34)

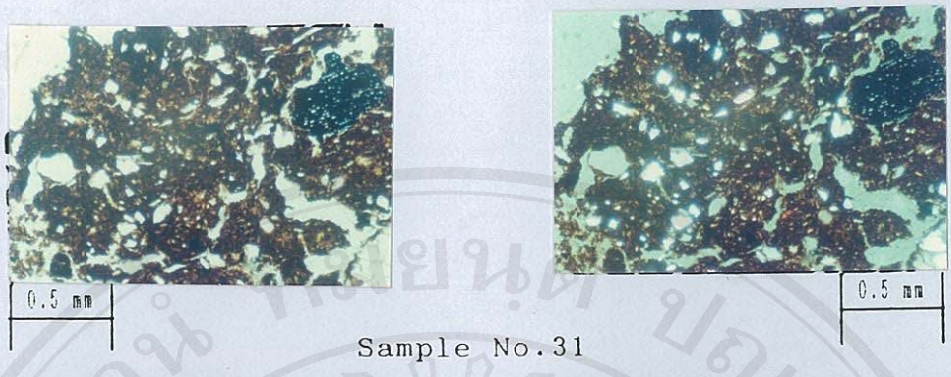
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Bt22 110-160 cm — Red (2.5 YR 4/6) moist and light red (2.5 YR 6/8) dry, clay; moderate medium subangular blocky; sticky, plastic, firm when moist, hard when dry; few fine interstitial pores; few fine roots; gradual and smooth boundary; pH 5.2 (Sample No.35)

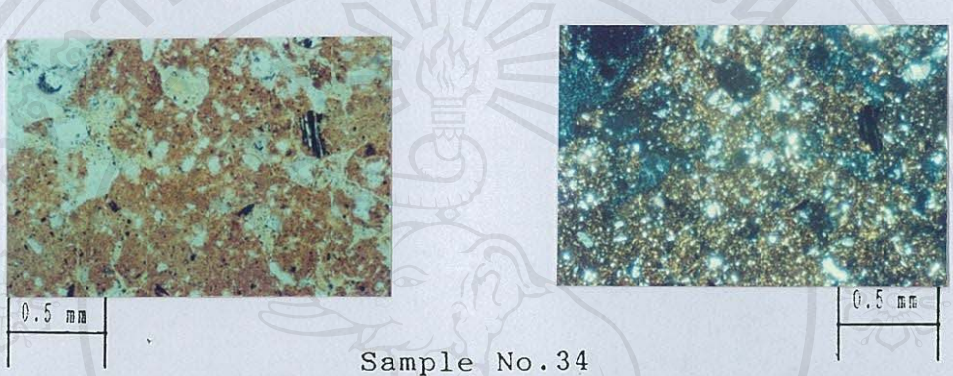
Bt23 160-210 cm — Red (2.5 YR 4/6) moist and light red (2.5 YR 6/8) dry, clay; moderate medium subangular blocky; sticky, plastic, firm when moist, hard when dry; few fine interstitial pores; very few irregular fragments (1.0-2.0 cm.) of a strongly weathered mica-schist; very few fine roots; gradual and wavy boundary; pH 5.2 (Sample No.36)

Bw3 210-240 cm — Red (2.5 YR 4/6) moist and light reddish brown (2.5 YR 6/4) dry, coarse sandy loam; weak very fine granular; slightly sticky, non plastic, very friable when moist, soft when dry; few micro and fine interstitial pores; very few angular quartz gravel (1.0-1.5 cm.) and very few irregular fragments (1.0-3.0 cm.) of a strongly weathered mica-schist; very few fine roots; pH 4.6 (Sample No. 37)

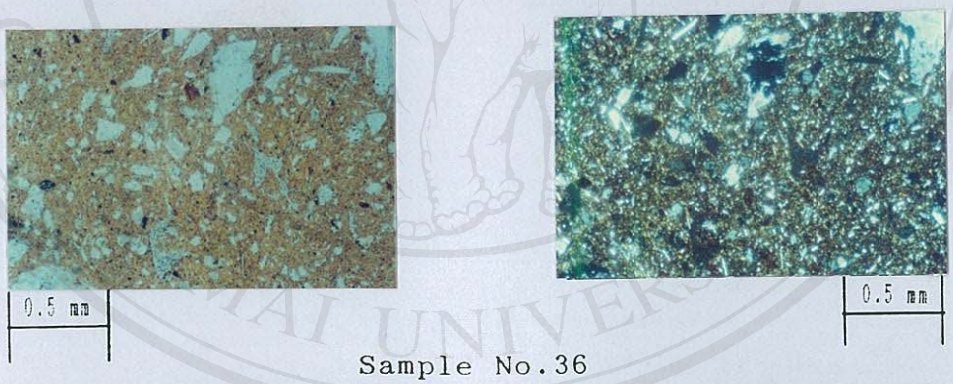
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



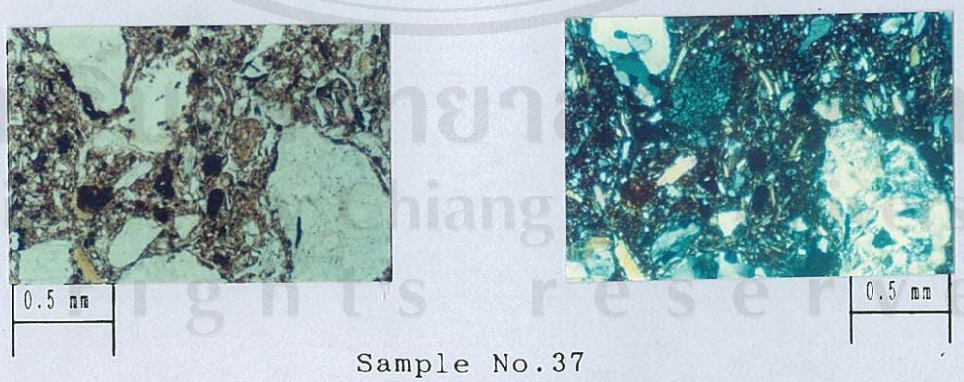
Sample No.31



Sample No.34



Sample No.36



Sample No.37

Plate A.I-2.6 Photomicrographs showing micromorphological characters of the Sample No.31, 34, 36 and 37. (left photographs : plane polarized light; right photographs : crossed polars)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

V. Description of Soil Thin Section

Profile No.3

Sample No.31 (A1 horizon, 0-10 cm.)

The structure is angular blocky. The skeleton grains consist mainly of quartz. Quartz is subangular, low sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.05-0.1 mm. The size of compound packing voids ranges from 0.03-0.1 mm. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

Sample No.34 (Bt21 horizon, 65-110 cm.)

The related distribution pattern is porphyroskelic. The skeleton grains consists mainly of quartz. Quartz is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.02-0.03 mm. The size of craze planes is more than 0.1 mm. Occasionally occured are nodules of ferrugineous compound ranging in size less than 0.1 mm. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

Sample No.36 (Bt23 horizon, 160-210 cm.)

The related distribution pattern is porphyroskelic. The skeleton grains consists mainly of quartz and plaagioclase. Quartz is subangular, high sphericity and unifrom in distribution with grain size ranging form 0.05-0.6 mm. Plagioclase is subangular, low sphericity and non-uniform in distribution with grain size ranging from 0.05-0.3 mm. The size of craze planes is more than 0.1 mm. Ferrugineous nodules occasionally seen with size range less than 0.1 mm. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

Sample No.37 (Bw3 horizon, 210-240 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consist mainly of quartz, plagioclase

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

and biotite. Quartz is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size varying form 0.1 mm up to more than 1 mm. Plagioclase is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.2-0.8 mm. Biotite is subangular, low sphericity and uniform in distribution with ranging from 0.05-0.5 mm. The size of orthovughs ranges from 0.03-0.1 mm. Ferrugineous nodules of in the thin section are occasional. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

I. Information on the Site :

a. Profile number : 4

b. Soil name : Unknown

c. Higher category classification :

FAO : Orthic Acrisols

USDA : Ustoxic Tropohumults

d. Date of examination : 31 May 1987

e. Author : Anongrak, N., J. Pinthong and C. Sukasame.

f. Location : Ban Cha Yi. Amphoe Muang. Changwat Chiang Rai. Approximatly 20° 01' N. 99° 40' E. (Grid Reference:708134, Sheet:4949 III)

g. Elevation : 920 meters

h. Land form :

i. physiographic position : on convex slope

ii. surrounding land form : mountainous

iii. microtopography : nil

i. Slope on which profile is sited : steep (47%),south aspect

j. Vegetation and Land-use : Under dry evergreen forest include Hopea ferrea Pierre. and Bambusa arundinacea Willd. Land is also used for the watershed forest protected area.

k. Climate : Data derived from Chiang Rai meteorological station (20 km southeast of site at the elevation of station 394 meters)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Average of 35 years (1951-1980)

Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mean monthly rainfall (mm)	20.0	9.2	26.6	79.1	219.4	241.4	309.5	425.2	278.8	133.6	36.4	22.2
Mean monthly temperature (°C)	19.5	21.7	24.6	27.5	27.5	27.1	26.7	26.2	26.1	25.0	22.5	19.6

Mean annual rainfall, 1801.4 mm.
Mean annual temperature, 24.5°C.

II. General Information on the Soil :

a. Parent material : Apparently derived "in situ" from deeply weathered granitic rocks in Carboniferous peroid.

b. Drainage : Class 4 - well drained.

c. Moisture condition in profile : Dry throughout.

d. Depth of groundwater table : Nil

e. Presence of surface stones and rock outcrops : Class 1 in each case - fairly stony and fairly rocky.

f. Evidence of erosion : Slight rill erosion at site and serve rill erosion in adjacent field.

g. Presence of salt or alkali : Nil

h. Human influence : Nil

III. Brief Description of the Profile

Deep, well drained, strong brown profile, clay loam in A horizon and clay in B horizon. Structure is weak in A horizon and moderate in B horizon. Root distribution normal, roots being concentrated in the 30 cm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(A)

(B)

Plate A.I-2.7 Photographs showing soil profile number 4 (A) and associated topographic features (B).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

IV. Profile Description

A1 0-10 cm Dark brown (7.5 YR 4/2) moist and pinkish gray (7.5 YR 6/2) dry, clay loam; weak very fine and fine granular; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, soft when dry; many fine and medium interstitial pores; very frequent fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 5.2 (Sample No.41)

B1 10-30 cm Strong brown (7.5 YR 5/6) moist and reddish yellow (7.5 YR 6/6) dry, sandy clay; weak fine subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, slightly hard when dry; many fine and medium interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.2-0.3 cm.); frequent fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 4.8 (Sample No.42)

Bt21 30-55 cm Strong brown (7.5 YR 5/6) moist and reddish yellow (7.5 YR 6/6) dry, clay; moderate medium subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, firm when moist, slightly hard when dry; common fine interstitial pores; frequent fine angular quartz gravel (0.2-0.5 cm.); common fine and medium roots; gradual and wavy boundary; pH 4.6 (Sample No.43)

Bt22 55-80 cm Reddish brown (7.5 YR 6/6) moist and reddish brown (7.5 YR 7/6) dry, few fine distinct dark brown, pink and yellowish red mottles, clay; moderate medium

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

subangular blocky; slightly sticky, plastic, firm when moist, slightly hard when dry; few fine interstitial pores; frequent fine angular quartz gravel (0.2-0.5 cm.); common fine roots; gradual and smooth boundary; pH 4.6 (Sample No.44)

Bt23 80-120 cm — Strong brown(7.5 YR 5/6) moist and reddish yellow (7.5 YR 6/6) dry, common fine distinct yellowish red and dark brown mottles, clay; moderate medium subangular blocky; sticky, plastic, firm when moist, slightly hard when dry; few fine interstitial pores; frequent fine angular quartz gravel (0.4-1.5 cm.); few fine roots; gradual and smooth boundary; pH 4.6 (Sample No.45)

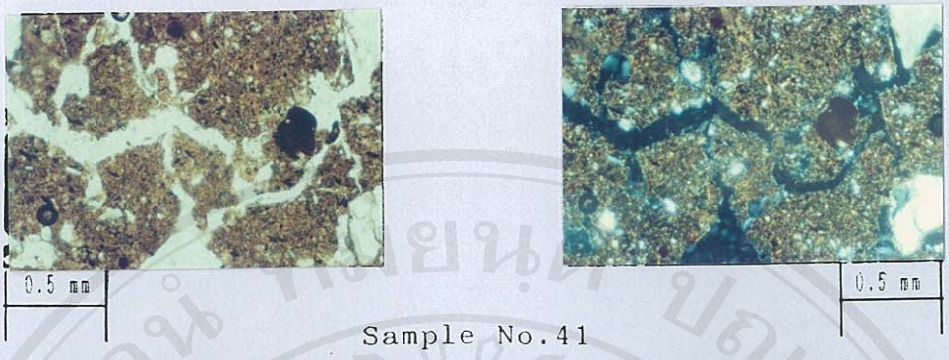
B3 120-180 cm — Strong brown (7.5 YR 5/6) moist and reddish yellow (7.5 YR 6/6) dry, common fine and medium distinct yellowish red, dark reddish brown and white mottles, clay; moderate medium and coarse subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, firm when moist, slightly hard when dry; few fine interstitial pores; freguent fine angular quartz gravel (0.5-2.0 cm.) and few irregular fragments (0.2-0.5 cm.) of feldspar; few fine roots; diffuse and wavy boundary; pH 4.8 (Sample No. 46)

Cr 180-200 cm — Strong brown (7.5 YR 5/8) moist and reddish yellow (7.5 YR 7/6) dry, many fine and medium distinct yellowish red, white

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

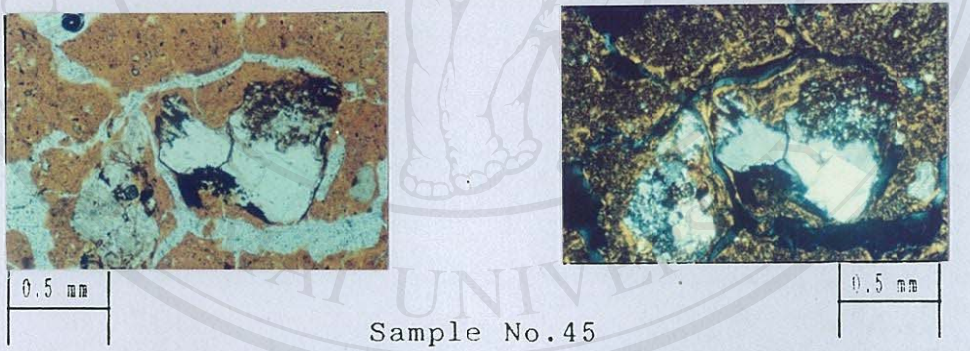
and pink mottles, sandy clay loam; strong coarse subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist, hard when dry; few very fine interstitial pores; frequent fine angular quartz gravel (1.0-2.0 cm) and few irregular fragments (3.0-7.0 cm) of weathered granite; no roots; pH 4.8 (Sample No.47)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

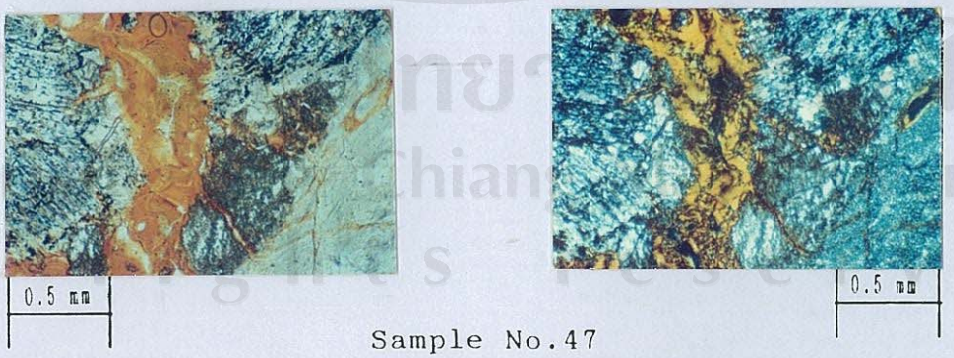


Sample No.41

Sample No.44



Sample No.45



Sample No.47

Plate A.I-2.8 Photomicrographs showing micromorphological characters of the Sample No.41, 44, 45 and 47. (left photographs : plane polarized light ; right photographs : crossed polars)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

V. Description of Soil Thin Section

Profile No.4

Sample No.41 (A1 horizon, 0-10 cm.)

The structure is angular blocky. The skeleton grains consists mainly of quartz. Quartz is subangular, low sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.02-0.05 mm. The size of compound packing voids ranges from 0.03-0.1 mm. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

Sample No.44 (Bt22 horizon, 55-80 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consists mainly of quartz, plagioclase and biotite. Quartz is subangular,high sphericity and uniform in distribution with grain size varying from 0.3 mm up to more than 1.0 mm. Plagioclase is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.1-0.5 mm. Biotite is subangular, low sphericity and uniform in distribution with grain size average is 0.03 mm. The size of craze planes is more than 0.03 mm. There are frequent void argillans and occasional nodules of ferrugineous in the thin section. S-matrices within primary peds are vo-mo-skel-masepic plasmic fabric.

Sample No.45 (Bt23 horizon, 80-120 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consists mainly of quartz and plagioclase. Quartz is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size varying from 0.03 mm up to more than 1.0 mm. Plagioclase is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.1-0.5 mm. The size of craze planes is more than 0.03 mm. There are very frequent argillans.S-matrices within primary peds are vo-mo-skel-masepic plasmic fabric.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sample No.47 (Cr horizon, 180-200 cm.)

The mineral consists mainly of alkali feldspar, plagioclase, quartz and biotite. The size of alkali feldspar is more than 1.0 mm, size of plagioclase varies from 0.1 mm up to more than 1.0 mm, size of quartz ranges from 0.05-0.8 mm and size of biotite rangs from 0.02-0.5 mm. The size of craze planes is more than 0.1 mm. Frequently occured are void argillans reflecting the translocation of clay mainerals from the upper horizons.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

I. Information on the Site :

a. Profile number : 5

b. Soil name : Unknown

c. Higher category classification :

FAO : Dystric Nitosols

USDA : Ultic Haplustalfs

d. Date of examination : 29 August 1987

e. Author : Anongrak, N., J. Pinthong and T. Chaiwong.

f. Location : Ban Huai Nam Rin. Amphoe Mae Sariang. Changwat Mae Hong Son. Approximately 18° 10' N. 98° 04' E. (Grid Reference:006080, Sheet:4645 III)

g. Elevation : 940 meters

h. Land form :

i. physiographic position : on convex slope near summit of rise.

ii. surrounding land form : mountainous

iii. microtopography : nil

i. Slope on which profile is sited : very steep (90%),north aspect

j. Vegetation and Land-use : Fairly dense cover with short grasses (mainly Imperata cylindrica Beauv.) Plantation area for Pinus Khasya Royle. Land is also used for the watershed forest protected area.

k. Climate : Data derived from Mae Sariang meteorological station (12 km west of site at the elevation of station 212 meters).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Average of 35 years (1951-1980)

Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mean monthly rainfall (mm)	12.7	5.1	8.1	37.6	170.7	189.5	202.5	253.4	210.9	119.6	23.0	12.2
Mean monthly temperature (°C)	21.7	23.6	27.6	30.7	29.3	27.2	26.6	26.3	26.9	26.8	25.2	22.4

Mean annual rainfall, 1245.3 mm.
Mean annual temperature, 26.2 °C.

II. General Information on the Soil :

a. Parent material : Apparently derived "in situ" from deeply weathered granitic rocks in Triassie peroid.
b. Drainage : Class 4 - well drained.
c. Moisture condition in profile : Dry throughout.
d. Depth of groundwater table : Nil
e. Presence of surface stones and rock outcrops. Class O in each case-very few stones and very few rocks.
g. Presence of salt or alkali : Nil
h. Human influence : Nil

III. Brief Description of the Profile

Deep, well drained, yellowish red profile, the texture of the A and B horizons is sandy clay loam to coarse sandy loam respectively. Structure is moderate in A horizon and weak in B horizon. Root distribution normal, roots being concentrated in the 30 cm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(A)

(B)

Plate A.I-2.9 Photographs showing soil profile number 5 (A) and associated topographic features (B).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

IV. Profile Description

A1 0-15 cm Very dark gray (5 YR 3/1) moist, clay loam; weak fine and medium granular and crumb ; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist; many fine and medium interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.2-0.4 cm); very frequent fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 6.2 (Sample No.51)

A3 15-30 cm Yellowish red (5 YR 4/6) moist, sandy clay; weak fine and medium granular and crumb; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist; many fine and medium interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.2-0.4 cm); frequent fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 6.0 (Sample No.52)

Bt21 30-70 cm Yellowish red (5 YR 4/8) moist, sandy clay loam; moderate fine and medium granular; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist; many fine and medium interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.2-0.5 cm.); common fine and medium roots; gradual and smooth boundary; pH 6.0 (Sample No.53)

B(t)22 70-100 cm Yellowish red (5 YR 4/8) moist, common fine distinct reddish yellow and dark reddish brown mottles, sandy clay loam; weak fine and medium granular; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist; common fine interstitial pores; few

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

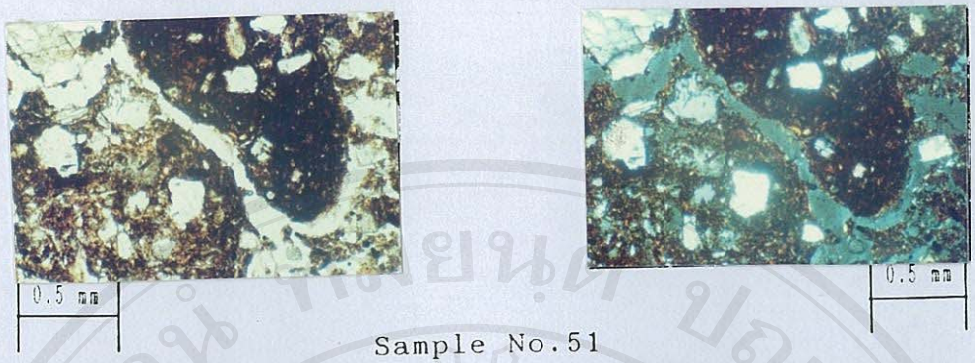
fine angular quartz gravel (0.2-0.5 cm.); common fine roots; diffuse and smooth boundary; pH 6.2 (Sample No.54)

B23 100-180 cm Yellowish red (5 YR 5/8) moist, many fine and medium distinct reddish yellow, pink, white and dark reddish brown mottles, coarse sandy loam; weak fine and medium granular; slightly sticky, slightly plastic, very friable when moist; common fine interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.3-0.5 cm.); few fine roots; diffuse and smooth boundary; pH 6.2 (Sample No.55)

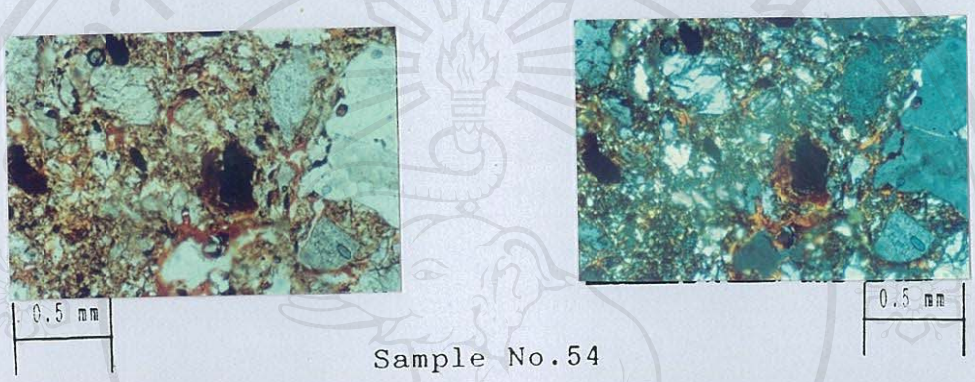
BC1 180-240 cm Yellowish red (5 YR 5/8) moist, many medium distinct reddish yellow, pink, white and dark reddish brown mottles, coarse sandy loam; weak fine granular; slightly sticky, non plastic, very friable when moist; few fine interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.5-1.0 cm.); few fine roots; diffuse and smooth boundary; pH 6.2 (Sample No.56)

BC2 240-350 cm Yellowish red (5 YR 4/6) moist, many medium and coarse distinct reddish yellow and white mottles, coarse sandy loam; weak very fine and fine granular; non sticky, non plastic, very friable when moist; few fine and interstitial pores; frequent fine angular quartz gravel (0.5-2.0 cm.); very few fine roots; diffuse and smooth boundary; pH 6.2 (Sample No.57)

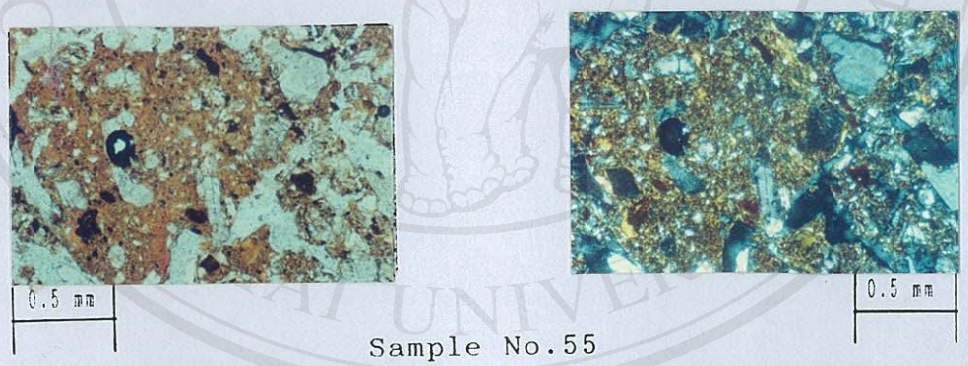
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



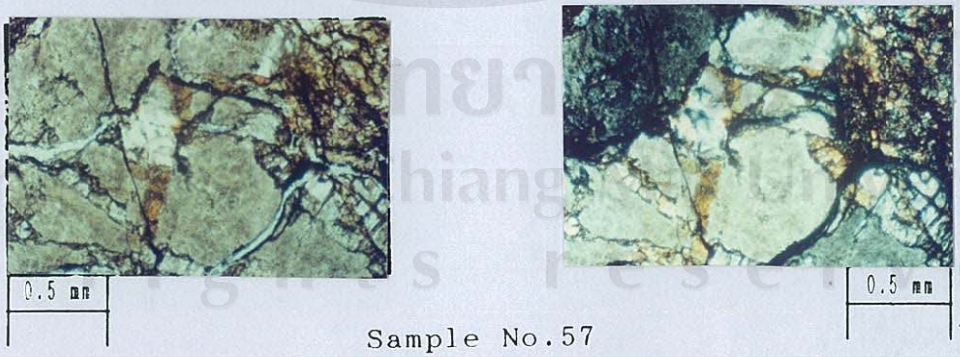
Sample No.51



Sample No.54



Sample No.55



Sample No.57

Plate A.I-2.10 Photomicrographs showing micromorphological characters of the Sample No.51, 54, 55 and 57. (left photographs : plane polarized light ; right photographs : crossed polars)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

V. Description of Soil Thin Section

Profile No.5

Sample No.51 (A1 horizon, 0-15 cm.)

The structure is granular with size more than 0.5 mm. The skeleton grains consists mainly of quartz. Quartz is subangular, low sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.1-0.5 mm. The size of compound packing voids in ranges from 0.03-0.1 mm. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

Sample No.54 (Bt22 horizon, 70-100 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consists mainly of alkali feldspar and quartz. Alkali feldspar is subangular, low sphericity and uniform in distribution with grain size varying from 0.5 mm. up to more than 1.0 mm. Quartz is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.05-0.6 mm. The size of craze plane rangs from 0.03-0.1 mm. Frequent grain and void argillans showing the accumulation of clay minerals, and frequent nodules of ferrugineous and argillaceous ranging in size from 0.05-0.2 mm. are observed. S-matrix within primary peds is vosepic plasmic fabric.

Sample No.55 (B23 horizon, 100-180 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consists mainly of alkali feldspar and quartz. Alkali feldspar is angular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.1-0.7 mm. Quartz is subangular, low sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.3-0.5 mm. The size of compound packing voids ranges from 0.03-0.1 mm. Very frequent grain argillans are observed as well as frequently occured are nodules of ferrugineous and argillaceous ranging

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

in size from 0.05-0.1 mm. S-matrices within primary peds are skel-bimasepic plasmic fabric.

Sample No.57 (BC2 horizon, 240-350 cm.)

The minerals consists mainly of alkali feldspar, quartz and biotite. The size of alkali feldspar varying from 0.2 mm. up to more than 1.0 mm. The size of quartz ranges from 0.1-0.2 mm. and size of biotite ranges from 0.2-0.5 mm. The size of craze planes ranges from 0.03-0.1 mm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

I. Information on the Site :

a. Profile number : 6

b. Soil name : Unknown

c. Higher category classification :
FAO : Orthic Acrisols
USDA : Orthoxic Tropohumults

d. Date of examination : 5 September 1987

e. Author : Anongrak, N., J. Pinthong and C. Chawachat.

f. Location : Ban Khun Pae. Amphoe Chom Thong. Changwat Chiang Mai. Approximately 18° 20' N. 98° 28' E. (Grid Reference:440265, Sheet:4645 I)

g. Elevation : 1300 meters

h. Land form :
i. physiographic position : on convex slope
ii. surrounding land form : mountainous
iii. microtopography : the surface of land have hand cultivation.

i. Slope on which profile is sited : steep (30%), west aspect

j. Vegetation and Land-use : Under hill evergreen forest include Castanopsis spp., Lithocarpus spp., Quercus spp., Imperata cylindrica Beauv. etc. Land is used for the corn cultivation traditionally employed by land.

k. Climate : Data derived from Mae Sariang meteorological station (60 km southwest of site at the elevation of station 212 meters)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Average of 35 years (1951-1980)

Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mean monthly rainfall (mm)	12.7	5.1	8.1	37.6	170.7	189.5	202.5	253.4	210.9	119.6	23.0	12.2
Mean monthly temperature(°C)	21.7	23.6	27.6	30.7	29.3	27.2	26.6	26.3	26.9	26.8	25.2	22.4

Mean annual rainfall, 1245.3 mm.
Mean annual temperature, 26.2°C.

II. General Information on the Soil :

a. Parent material : Apparently derived "in situ" from deeply weathered granitic rocks in Carboniferous peroid.
b. Drainage : Class 4 - well drained.
c. Moisture condition in profile : Moist throughout.
d. Depth of groundwater table : Nil
e. Presence of surface stones and rock outcrops : Class 1 in each case - fairly stony and fairly rocky.
f. Evidence of erosion : moderate sheet erosion at site and slight rill erosion in adjacent field.
g. Presence of salt or alkali : Nil
h. Human influence : Nil

III. Brief Description of the Profile

Deep, well drained profile, the colour is reddish brown in A horizon and red in B horizon with clay texture. Structure is moderate throughout. Root distribution normal, roots being concentrated in the 30 cm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(A)

(B)

Plate A.I-2.11 Photographs showing soil profile number 6 (A) and associated topographic features (B).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

IV. Profile Description

Ap 0-10 cm Dark reddish brown (5 YR 3/2) moist, clay loam; moderate fine and medium granular; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist; many fine and medium interstitial pores; very frequent fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 5.4 (Sample No.61)

A3 10-30 cm Reddish brown (5 YR 4/4) moist, clay; moderate fine and medium granular, slightly sticky, plastic, firm when moist; many fine and medium interstitial pores; very frequent fine and medium roots; clear and smooth boundary; pH 4.6 (Sample No.62)

B1 30-70 cm Dark red (2.5 YR 3/6) moist, clay; moderatefine and medium granular; slightly sticky, plastic, firm when moist; many fine interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.2-0.4 cm); common fine and medium roots; gradual and smooth boundary; pH 4.8 (Sample No.63)

Bt21 70-170 cm Red (2.5 YR 4/6) moist, clay; moderate fine and medium subangular blocky sticky, plastic, firm when moist; common fine interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.2-0.5 cm.); few fine roots; diffuse and smooth boundary; pH 5.4 (Sample No.64)

Bt22 170-265 cm Red (2.5 YR 4/8) moist, common fine distinct reddish yellow mottles, clay;

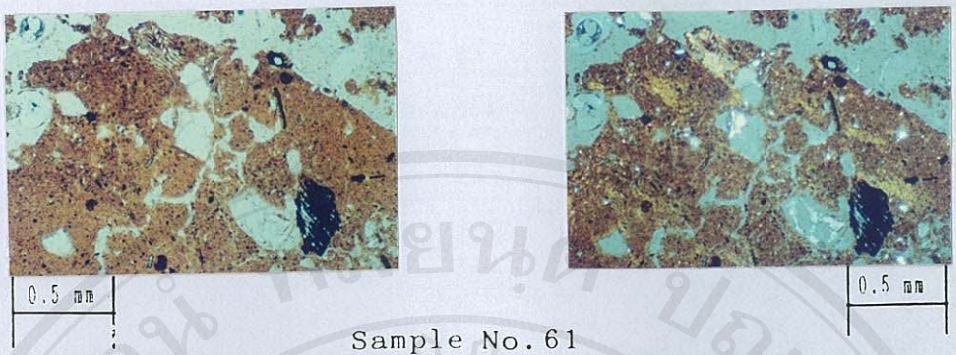
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

moderate fine and medium subangular blocky; slightly sticky, plastic, firm when moist; few fine interstitial pores; few fine angular quartz gravel (0.2-0.5 cm.); few fine roots; gradual and smooth boundary; pH 5.6 (Sample No.65)

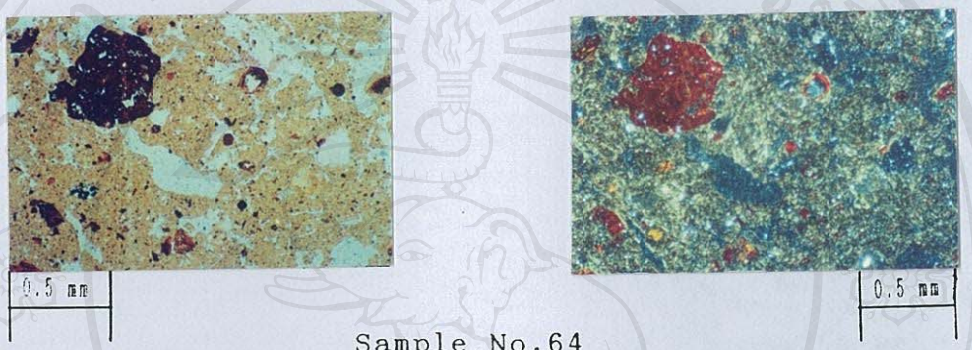
Bt23 265-375 cm Red (2.5 YR 4/8) moist, many medium and coarse distinct reddish yellow, pink and white mottles, clay; moderate fine and medium subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist; few fine interstitial pores; frequent fine angular quartz gravel (0.5-2.0 cm.) and few coarse angular quartz gravel (3.0-4.0 cm.); few fine roots; diffuse and smooth boundary; pH 5.6 (Sample No.66)

B3 375-500 cm Yellowish red (5 YR 4/6) moist, many medium and coarse distinct reddish yellow, pink, white and dark reddish brown mottles, clay loam; moderate medium and coarse subangular blocky; slightly sticky, slightly plastic, friable when moist; few micro and very fine interstitial pores; very few fine angular quartz gravel (0.2-0.5 cm.) and few small stones (7.0-8.0 cm.) of a strongly weathered granite; no roots; pH 5.6 (Sample No.67)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

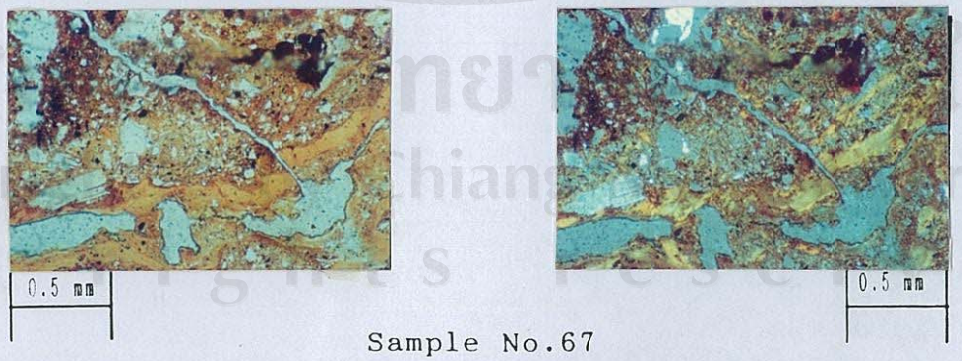


Sample No.61



Sample No.64

Sample No.65



Sample No.67

Plate A.I-2.12 Photomicrographs showing micromorphological characters of the Sample No.61, 64, 65 and 67. (left photographs : plane polarized light ; right photographs : crossed polars)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

V. Description of Soil Thin Section

Profile No.6

Sample No.61 (Ap horizon, 0-10 cm.)

The structure is granularwith size ranging from 0.05-0.5 mm. The skeleton grains consists mainly of quartz. Quartz is subangular, high sphericity and non-uniform in distribution with grain size ranging from 0.02-0.05 mm. The size of compound packing voids is more than 0.1 mm. S-matrix within primary peds is silasepic plasmic fabric.

Sample No.64 (Bt21 horizon, 70-170 cm.)

The related distribution pattern is porphyroskelic. The skeleton grains consists mainly of quartz. Quartz is angular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.03-0.15 mm. The size of compound packing voids ranges from 0.03-0.1 mm. S-matrices within primary peds are in-mo-vosepic plasmic fabric.

Sample No.65 (Bt22 horizon, 170-265 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consists mainly of quartz. Quartz is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.02-0.4 mm. The size of craze planes is more than 0.03 mm. Voids and grains cutans of argillans are clearly seen reflecting the high accumulation of clay minerals. S-matrices within primary peds are vo-masepic plasmic fabric.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sample No.67 (B3 horizon, 375-500 cm.)

The related distribution pattern is agglomeroplasmic. The skeleton grains consists mainly of quartz. Quartz is subangular, high sphericity and uniform in distribution with grain size ranging from 0.02-0.5 mm. The size of craze planes is more than 0.1 mm. Frequent number of voids and grains argillans are observed. S-matrices within primary peds are vo-masepic plasmic fabric.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก II

(APPENDIX II)

ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพและเคมี, ปริมาณของแร่ดินเหนียวต่างๆ และปริมาณแร่ต่างๆ ของอนุภาคทรายขนาดละเอียดมาก ของแต่ละชั้นดินในแต่ละหน้าตัดดินที่ทำการศึกษา

(RESULTS OF PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS, CLAY FRACTION MINERALOGY AND VERY FINE SAND FRACTION MINERALOGY OF EACH HORIZON OF THE INVESTIGATED PROFILES)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

SOIL : Pedon 1, Oxic Humitropepts LOCATION Kae Noi, Chiang Dao, Chiang Mai
SOIL SURVEY LABORATORY : Dept. of Soil Science, Fac. of Agri., C.M.U. LAB. No. : S11-S17

Depth (cm)	Horizon	Size class and particle diameter (mm)								
		Sand (2.0-0.05)	Total Silt (0.05-0.002)	Clay (<0.002)	Very coarse (2.0-1.0)	Coarse (1.0-0.5)	Sand Medium (0.5-0.25)	Fine (0.25-0.1)	Very fine (0.1-0.05)	Coarse fragments (>2.0)
		Pct < 2.0 mm								Pct > 2.0 mm
0-20	A1	44.53	25.06	30.41	15.83	11.90	4.34	5.94	6.52	7.69
20-38	A&B	51.04	18.55	30.41	19.59	11.34	4.60	7.34	8.17	9.59
38-64	Bw1	45.81	20.27	33.92	16.74	10.85	4.66	7.85	5.71	11.92
64-120	Bw2	47.54	20.10	32.36	17.49	11.16	4.19	7.97	6.73	9.26
120-180	Bw3	55.89	18.77	25.34	20.65	11.57	5.38	8.46	9.83	9.19
180-320	Bw4	57.88	17.96	24.16	19.45	13.50	4.16	9.67	11.10	11.81
320-400	Cr	79.34	9.35	11.31	35.59	21.36	4.52	8.48	9.39	29.26

Depth (cm)	Organic Carbon Pct	Nitrogen Pct	C/N	Bulk density (oven-dry) g/cc	Particle density g/cc	Total porosity Pct	Void ratio	pH (1:1) KCl	pH (1:1) H2O	△ pH
0-20	4.99	0.429	11.63	0.84	2.12	60.38	1.52	4.15	4.68	0.53
20-38	2.25	0.188	11.97	0.93	2.34	60.26	1.52	4.05	5.00	0.95
38-64	1.07	0.095	11.26	0.98	2.32	57.76	1.37	3.92	4.95	1.03
64-120	0.82	0.070	11.71	1.38	2.61	47.13	0.89	3.87	4.85	0.98
120-180	0.24	0.025	9.60	1.37	2.70	49.26	0.97	3.85	5.09	1.24
180-320	0.29	0.028	10.36	1.33	2.67	50.19	1.01	4.30	5.58	1.28
320-400	0.04	0.010	4.00	1.35	2.57	47.47	0.09	3.85	5.20	1.35

Depth (cm)	Extractable bases					Cat. exch. cap. NH_4OAc	Ext. P Bray II	Ext.iron as Fe	Ca/Mg	Base saturation NH_4OAc
	Ca	Mg	Na	K	Sum	meq/100g	ppm	ppm		Pct
0-20	0.52	0.21	0.22	0.32	1.27	25.55	14.00	32.50	2.48	4.97
20-38	0.31	0.06	0.20	0.18	0.75	15.26	6.00	22.50	5.17	4.91
38-64	0.30	0.07	0.18	0.10	0.65	11.48	3.50	25.00	4.29	5.66
64-120	0.31	0.06	0.20	0.05	0.62	8.81	3.50	22.50	5.17	7.04
120-180	0.32	0.08	0.20	0.09	0.69	8.02	3.00	12.50	4.00	8.60
180-320	0.44	1.62	0.18	0.21	2.45	6.92	2.50	9.00	0.27	35.40
320-400	0.32	0.12	0.18	0.08	0.70	9.75	6.00	5.50	2.67	7.18

Depth (cm)	Clay fraction mineralogy a/ x-ray b/	0.1-0.05 fraction mineralogy Petrographic a/ Pct
0-20		Bt30,Qtz30,Feld23,Oth17
20-38		
38-64		
64-120	Kao 5, Gibb 2	Bt50,Feld24,Qtz20,Oth6
120-180		Bt54,Feld25,Qtz15,Oth6
180-320		
320-400		Feld55,Bt28,Qtz13,Oth4

a/ Mineral code :
Kao = kaolinite
Gibb = gibbsite
Qtz = quartz
Feld = feldspar
Bt = biotite
Opq = opaque mineral
Oth = other mineral

b/ Approximate weight fractions:
5 = more than half
4 = one-third to half
3 = one-fifth to one-third
2 = one-twentieth to one-fifth
1 = less than one-twentieth

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

SOIL : Pedon 2, Ustoxic Tropohumults LOCATION : Mae Hat, Wiang Haeng, Chiang Mai
SOIL SURVEY LABORATORY : Dept. of Soil Science, Fac. of Agri., C.M.U. LAB. No. : S21-S27

Depth (cm)	Horizon	Size class and particle diameter (mm)								
		Sand (2.0-0.05)	Total Silt (0.05-0.002)	Clay (<0.002)	Very coarse (2.0-1.0)	Coarse (1.0-0.5)	Sand Medium (0.5-0.25)	Fine (0.25-0.1)	Very fine (0.1-0.05)	Coarse fragments (>2.0)
		Pct < 2.0 mm								Pct > 2.0 mm
0-15	A1	53.82	26.68	19.50	11.14	19.51	5.79	9.12	8.26	5.41
15-28	A3	49.42	18.21	32.37	11.38	17.59	5.04	9.12	6.29	7.09
28-55	Bt21	42.77	16.30	40.93	10.16	14.60	4.63	7.43	5.95	3.03
55-140	Bt22	44.50	18.08	37.42	10.55	14.85	4.65	7.21	7.24	6.12
140-280	Bw3	55.42	18.46	26.12	13.67	16.29	5.37	9.43	10.66	11.26
280-550	Cr1	79.06	8.07	12.87	19.44	24.32	5.97	14.84	14.49	9.17
550-600	Cr2	84.78	5.47	9.75	34.18	21.78	6.69	10.30	11.83	14.56

Depth (cm)	Organic Carbon Pct	Nitrogen Pct	C/N	Bulk density (oven-dry) g/cc	Particle density g/cc	Total porosity Pct	Void ratio	pH (1:1) KCl	pH (1:1) H_2O	△ pH
0-15	5.54	0.468	11.84	0.79	2.38	66.81	2.01	5.20	6.23	1.03
15-28	1.37	0.119	11.51	1.13	2.52	55.16	1.23	3.75	5.10	1.35
28-55	0.82	0.069	11.88	1.12	2.50	55.20	1.23	3.60	4.85	1.25
55-140	0.37	0.034	10.88	1.31	2.58	49.22	0.97	3.77	4.90	1.13
140-280	0.41	0.033	12.42	1.19	2.64	54.92	1.22	3.89	5.28	1.39
280-550	0.04	0.009	4.44	1.45	2.60	44.23	0.79	3.89	5.89	2.00
550-600	0.21	0.016	13.12	1.47	2.61	43.68	0.78	4.03	6.29	2.20

Depth (cm)	Extractable bases					Cat. exch. cap. NH_4OAc	Ext.P Bray II	Ext.iron as Fe	Ca/Mg	Base saturation NH_4OAc
	Ca	Mg	Na	K	Sum	meq/100g	ppm	ppm		Pct
0-15	5.22	4.52	0.21	0.20	10.15	29.42	41.25	7.50	1.15	34.50
15-28	0.58	1.40	0.15	0.84	2.97	15.10	6.00	34.00	0.41	19.67
28-55	0.31	0.90	0.15	0.16	1.52	13.84	4.50	14.00	0.34	10.98
55-140	0.38	1.34	0.17	0.09	1.98	12.59	2.00	5.50	0.28	15.73
140-280	0.81	1.20	0.28	0.09	2.38	10.38	3.00	5.00	0.68	22.93
280-550	2.77	4.05	0.43	0.06	7.31	8.81	6.00	9.00	0.68	82.97
550-600	1.86	4.17	0.43	0.06	6.52	6.92	7.50	7.50	0.45	94.22

Depth (cm)	Clay fraction mineralogy a/ x-ray b/	0.1-0.05 fraction mineralogy Petrographic a/ Pct
0-15		Feld34,Qtz22,Bt21,Opq11,Oth12
15-28		
28-55		
55-140	Kao 5,	Feld49,Bt26,Qtz22,Oth3
140-280		Bt40,Feld37,Qtz18
280-550		
550-600		Bt61,Feld20,Qtz17

a/ Mineral code :
Kao = kaolinite
Gibb = gibbsite
Qtz = quartz
Feld = feldspar
Bt = biotite
Opq = opaque mineral
Oth = other mineral

b/ Approximate weight fractions :
5 = more than half
4 = one-third to half
3 = one-fifth to one-third
2 = one-twentieth to one-fifth
1 = less than one-twentieth

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

SOIL : Pedon 3, Orthoxic Tropohumults LOCATION : Therd Thai, Mae Chan, Chiang Rai
SOIL SURVEY LABORATORY : Dept. of Soil Science, Fac. of Agri., C.M.U. LAB. No. : S31-S37

Depth (cm)	Horizon	Size class and particle diameter (mm)								
		Sand (2.0-0.05)	Total Silt (0.05-0.002)	Clay (<0.002)	Very coarse (2.0-1.0)	Coarse (1.0-0.5)	Sand Medium (0.5-0.25)	Fine (0.25-0.1)	Very fine (0.1-0.05)	Coarse fragments (>2.0)
		Pct < 2.0 mm								Pct > 2.0 mm
0-10	A1	43.04	33.57	23.39	5.19	12.64	7.53	6.98	10.70	1.43
10-28	A3	39.58	30.80	29.62	5.76	12.87	3.83	7.07	10.05	1.69
28-65	B1	40.52	24.40	35.08	6.15	13.60	3.46	7.10	10.21	1.45
65-110	Bt21	40.14	17.36	42.50	6.20	12.69	3.44	7.15	10.66	3.79
110-160	Bt22	39.36	17.36	43.28	6.01	11.83	3.38	7.17	10.97	1.92
160-210	Bt23	39.62	17.90	42.48	6.59	12.07	3.00	6.91	11.05	6.75
210-240	Bw3	55.34	25.94	18.72	10.48	19.51	4.22	7.22	13.91	5.41

Depth (cm)	Organic Carbon Pct	Nitrogen Pct	C/N	Bulk density (oven-dry) g/cc	Particle density g/cc	Total porosity Pct	Void ratio	pH (1:1) KCl	pH (1:1) H_2O	△ pH
0-10	6.12	0.511	11.98	0.83	2.23	62.78	1.69	3.95	4.89	0.94
10-28	3.93	0.333	11.80	1.07	2.21	51.58	1.07	3.97	4.60	0.63
28-65	2.77	0.241	11.49	1.07	2.35	54.47	1.20	3.95	4.88	0.93
65-110	1.28	0.109	11.74	1.43	2.46	41.87	0.72	3.92	4.95	1.03
110-160	0.68	0.055	12.36	1.34	2.55	47.45	0.90	3.95	5.04	1.09
160-210	0.25	0.023	10.87	1.44	2.40	40.00	0.67	4.05	5.05	1.00
210-240	0.19	0.019	10.00	1.67	2.69	37.92	0.61	3.95	4.75	0.80

Depth (cm)	Extractable bases					Cat. exch cap. NH_4OAc	Ext. P Bray II	Ext.iron as Fe	Ca/Mg	Base saturation NH_4OAc
	Ca	Mg	Na	K	Sum	meq/100g	ppm	ppm		Pct
0-10	0.40	1.71	0.30	0.06	2.47	29.11	9.50	25.00	0.23	8.48
10-28	0.32	0.11	0.33	0.12	0.88	21.08	4.50	19.50	2.91	4.17
28-65	0.54	0.15	0.29	0.08	1.06	18.88	2.50	35.00	3.60	5.61
65-110	0.37	0.16	0.29	0.10	0.92	11.33	3.00	20.00	2.31	8.12
110-160	0.30	0.09	0.27	0.04	0.70	8.34	2.00	6.25	3.33	8.39
160-210	0.31	0.09	0.30	0.02	0.72	5.51	4.50	3.75	3.44	13.07
210-240	0.34	0.10	0.30	0.03	0.77	4.88	2.50	5.00	3.40	15.78

Depth (cm)	Clay fraction mineralogy a/ x-ray b/	0.1-0.05 fraction mineralogy Petrographic a/ Pct
0-10		Qtz59,Bt16,Feld10,Opq10,Oth5
10-28		
28-65		
65-110	Kao 5, Gibb 4	Qtz78,Feld13,Oth9
110-160		
160-210		Qtz70,Feld14,Oth16
210-240		Qtz41,Bt30,Feld17,Oth12

a/ Mineral code :
Kao = kaolinite
Gibb = gibbsite
Qtz = quartz
Feld = feldspar
Bt = biotite
Opq = opaque mineral
Oth = other mineral

b/ Approximate weight fractions :
5 = more than half
4 = one-third to half
3 = one-fifth to one-third
2 = one-twentieth to one-fifth
1 = less than one-twentieth

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

SOIL : Pedon 4, Ustoxic Tropohumults LOCATION : Cha Yi, Muang, Chiang Rai
SOIL SURVEY LABORATORY : Dept. of Soil Science, Fac. of Agri., C.M.U. LAB. No. : S41-S47

Depth (cm)	Horizon	Size class and particle diameter (mm)								
		Sand (2.0-0.05)	Total Silt (0.05-0.002)	Clay (<0.002)	Very coarse (2.0-1.0)	Coarse (1.0-0.5)	Sand Medium (0.5-0.25)	Fine (0.25-0.1)	Very fine (0.1-0.05)	Coarse fragments (>2.0)
		Pct < 2.0 mm								Pct > 2.0 mm
0-10	A1	42.99	23.08	33.93	10.79	10.60	4.13	8.85	8.62	1.50
10-30	B1	38.40	14.43	47.17	14.06	7.70	2.95	6.55	7.14	12.95
30-55	Bt21	33.58	10.66	55.76	14.74	6.77	2.38	4.40	5.29	29.65
55-80	Bt22	33.06	7.28	59.66	13.79	6.79	2.38	4.11	5.99	32.87
80-120	Bt23	33.17	8.74	58.09	14.54	7.03	2.28	3.94	5.38	36.55
120-180	B3	36.91	14.75	48.34	14.12	7.51	3.11	5.06	7.11	40.67
180-200	Cr	60.16	11.48	28.36	17.86	13.94	5.04	10.26	13.06	33.17

Depth (cm)	Organic Carbon Pct	Nitrogen Pct	C/N	Bulk density (oven-dry) g/cc	Particle density g/cc	Total porosity Pct	Void ratio	pH (1:1) KCl	pH (1:1) H_2O	△ pH
0-10	4.22	0.359	11.75	1.36	2.50	45.60	0.84	4.00	5.20	1.20
10-30	1.45	0.122	11.88	1.45	2.53	42.69	0.74	3.62	4.78	1.16
30-55	1.17	0.106	11.04	1.56	2.53	38.34	0.62	3.62	4.90	1.28
55-80	0.82	0.068	12.06	1.12	2.51	55.38	1.24	3.65	4.85	1.20
80-120	0.58	0.044	13.18	1.30	2.59	49.81	0.99	3.68	4.85	1.17
120-180	0.42	0.035	12.00	1.66	2.62	36.64	0.58	3.65	4.85	1.20
180-200	0.38	0.034	11.18	1.54	2.59	40.54	0.68	3.75	4.80	1.05

Depth (cm)	Extractable bases					Cat. exch. cap. NH_4OAc	Ext.P Bray II ppm	Ext.iron as Fe ppm	Ca/Mg	Base saturation NH_4OAc Pct
	Ca	Mg	Na meq/100g	K	Sum					
0-10	1.54	2.08	0.34	1.64	5.60	25.80	8.00	2.50	0.74	21.70
10-30	0.62	0.83	0.29	0.65	2.39	13.84	6.00	9.00	0.75	17.27
30-55	0.40	0.57	0.29	0.70	1.96	14.71	3.50	19.00	0.70	13.32
55-80	0.40	0.40	0.31	0.80	1.91	12.04	3.00	11.00	1.00	15.86
80-120	0.54	0.40	0.34	0.64	1.92	8.50	3.50	7.50	1.35	22.59
120-180	0.70	0.47	0.32	0.57	2.06	8.81	3.00	6.50	1.49	23.38
180-200	0.47	0.30	0.26	0.64	1.67	8.96	3.50	6.50	1.57	18.64

Depth (cm)	Clay fraction mineralogy a/ x-ray b/	0.1-0.05 fraction mineralogy Petrugraphic a/ Pct
0-10		Feld60,Qtz23,Oth17
10-30		
30-55		
55-80	Kao 5	Feld69,Bt14,Qtz12,Oth5
80-120		Feld62,Bt20,Qtz13,Oth5
120-180		
180-200		Feld62,Bt23,Qtz14,Oth1

a/ Mineral code :
Kao = kaolinite
Gibb = gibbsite
Qtz = quartz
Feld = feldspar
Bt = biotite
Opq = opaque mineral
Oth = other mineral

b/ Approximate weight fractions :
5 = more than half
4 = one-third to half
3 = one-fifth to one-third
2 = one-twentieth to one-fifth
1 = less than one-twentieth

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

SOIL : Pedon 5, Ultic Haplustalfs LOCATION : Huai Nam Rin, Mae Sariang, Mae Hung Son
SOIL SURVEY LABORATORY : Dept. of Soil Science, Fac. of Agri., C.M.U. LAB. No. : S51-S57

Depth (cm)	Horizon	Size class and particle diameter (mm)								
		Sand (2.0-0.05)	Total Silt (0.05-0.002)	Clay (<0.002)	Very coarse (2.0-1.0)	Coarse (1.0-0.5)	Sand Medium (0.5-0.25)	Fine (0.25-0.1)	Very fine (0.1-0.05)	Coarse fragments (>2.0)
		Pct < 2.0 mm								Pct > 2.0 mm
0-15	A1	59.56	15.48	24.96	16.78	15.59	6.37	12.21	8.61	18.82
15-30	A3	51.11	13.02	35.87	16.85	13.34	4.83	8.39	7.70	20.51
30-70	Bt21	52.26	16.16	31.58	12.26	15.43	5.20	9.61	9.76	16.57
70-100	B(t)22	51.46	19.69	28.85	13.41	14.31	5.10	9.27	9.37	22.44
100-180	B23	68.00	14.84	17.16	15.06	15.19	6.82	14.72	16.21	18.18
180-240	BC1	71.86	15.27	12.87	12.97	22.39	8.25	15.90	12.35	17.36
240-350	BC2	79.12	8.79	12.09	18.79	25.66	7.83	14.44	12.40	23.98

Depth (cm)	Organic Carbon Pct	Nitrogen Pct	C/N	Bulk density (oven-dry) g/cc	Particle density g/cc	Total porosity Pct	Void ratio	pH (1:1) KCl	pH (1:1) H_2O	△ pH
0-15	1.45	0.119	12.18	1.40	2.11	33.65	0.51	4.48	5.35	0.87
15-30	0.90	0.073	12.33	1.58	2.27	30.40	0.44	4.40	6.10	1.70
30-70	0.58	0.042	13.81	1.58	2.20	28.18	0.39	4.75	5.80	1.05
70-100	0.33	0.026	12.69	1.48	2.26	34.51	0.52	4.75	5.98	1.23
100-180	0.19	0.015	12.67	1.58	2.36	33.05	0.49	4.55	5.69	1.14
180-240	0.10	0.010	10.00	1.59	2.41	34.02	0.52	4.55	5.42	0.87
240-350	0.04	0.009	4.44	1.45	2.48	41.53	0.71	4.60	6.15	1.55

Depth (cm)	Extractable bases					Cat. exch cap. NH_4OAc	Ext.P Bray II	Ext.iron as Fe	Ca/Mg	Base saturation NH_4OAc
	Ca	Mg	Na	K	Sum	meq/100g	ppm	ppm		Pct
0-15	2.53	1.69	0.26	1.54	6.02	16.20	3.50	23.75	1.50	37.16
15-30	1.93	1.59	0.29	0.97	4.78	11.80	4.50	11.00	1.21	40.51
30-70	2.08	2.07	0.35	0.88	5.38	14.71	8.00	5.50	1.00	36.57
70-100	2.06	1.93	0.29	0.59	4.87	13.22	4.50	5.50	1.07	36.84
100-180	1.55	2.00	0.25	0.64	4.44	11.01	4.50	5.00	0.78	40.33
180-240	1.18	2.03	0.27	0.32	3.80	9.12	4.50	5.00	0.58	41.67
240-350	1.35	2.38	0.23	0.30	4.26	8.33	6.50	5.50	0.57	51.14

Depth (cm)	Clay fraction mineralogy a/ x-ray b/	0.1-0.05 fraction mineralogy Petrographic a/ Pct
0-15		Feld51,Qtz21,Bt19,Oth9
15-30		
36-70		
70-100	Kao 5	Feld59,Bt19,Qtz10,Oth12
100-180		Feld52,Bt29,Qtz11,Oth8
180-240		
240-350		Feld51,Bt26,Qtz20,Oth3

a/ Mineral code :
Kao = kaolinite
Gibb = gibbsite
Qtz = quartz
Feld = feldspar
Bt = biotite
Opq = opaque mineral
Oth = other mineral

b/ Approximate weight fractions :
5 = more than half
4 = one-third to half
3 = one-fifth to one-third
2 = one-twentieth to one-fifth
1 = less than one-twentieth

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

SOIL : Pedon 6, Orthoxic Tropohumults LOCATION : Khun Pae, Chom Thong, Chiang Mai
SOIL SURVEY LABORATORY : Dept. of Soil Science, Fac. of Agri., C.M.U. LAB. No. : S61-S67

Depth (cm)	Horizon	Size class and particle diameter (mm)								
		Sand (2.0-0.05)	Total Silt (0.05-0.002)	Clay (<0.002)	Very coarse (2.0-1.0)	Coarse (1.0-0.5)	Sand Medium (0.5-0.25)	Fine (0.25-0.1)	Very fine (0.1-0.05)	Coarse fragments (>2.0)
		Pct < 2.0 mm								Pct > 2.0 mm
0-10	Ap	31.24	26.26	42.50	3.74	7.77	4.45	6.72	8.56	5.13
10-30	A3	22.14	12.75	65.11	2.99	5.50	2.25	6.25	5.15	4.59
30-70	B1	13.20	27.92	58.88	1.25	2.84	1.96	3.87	3.28	12.07
70-170	Bt21	14.80	18.92	66.28	2.10	3.26	2.01	4.05	3.38	13.00
170-265	Bt22	16.19	25.71	58.10	2.57	3.94	2.00	4.03	3.65	14.29
265-375	Bt23	25.63	27.97	46.40	3.16	5.66	3.28	7.51	6.02	34.38
375-500	B3	25.19	42.05	32.76	0.58	1.97	2.81	7.84	11.99	16.17

Depth (cm)	Organic Carbon Pct	Nitrogen Pct	C/N	Bulk density (oven-dry) g/cc	Particle density g/cc	Total porosity Pct	Void ratio	pH (1:1) KCl	pH (1:1) H_2O	△ pH
0-10	6.07	0.515	11.79	0.86	1.86	53.76	1.16	4.20	4.79	0.59
10-30	2.11	0.179	11.79	1.05	2.02	48.02	0.92	3.80	4.25	0.45
30-70	0.27	0.026	10.38	0.98	2.05	52.20	1.09	3.80	5.12	1.32
70-170	0.22	0.021	10.48	1.20	1.98	39.39	0.65	3.92	5.20	1.28
170-265	0.19	0.018	10.56	1.21	2.00	39.50	0.65	3.85	5.40	1.55
265-375	0.02	0.005	4.00	1.13	2.07	45.41	0.83	3.85	5.35	1.50
375-500	0.13	0.013	10.00	1.11	1.96	43.36	0.77	3.72	5.50	1.78

Depth (cm)	Extractable bases					Cat. exch cap. NH_4OAc	Ext.P Bray II	Ext.iron as Fe	Ca/Mg	Base saturation NH_4OAc
	Ca	Mg	Na	K	Sum	meq/100g	ppm	ppm		Pct
0-10	2.96	1.07	0.32	0.57	4.92	18.09	10.00	11.00	2.77	27.20
10-30	1.00	0.26	0.28	0.26	1.80	15.26	6.50	9.00	3.85	11.80
30-70	0.37	0.11	0.36	0.04	0.88	9.90	3.50	7.50	3.36	8.89
70-170	0.36	0.22	0.33	0.11	1.02	10.07	2.00	5.00	1.64	10.13
70-265	0.21	0.07	0.27	0.16	0.71	10.40	3.00	5.50	3.00	6.83
265-375	0.29	0.12	0.34	0.02	0.77	6.29	2.50	5.00	2.42	12.24
375-500	0.29	0.08	0.30	0.10	0.77	13.37	1.50	5.00	3.62	5.76

Depth (cm)	Clay fraction mineralogy a/ x-ray b/	0.1-0.05 fraction mineralogy Petrographic a/ Pct
0-10		Qtz41,Bt,39,Opq15,Oth5
10-30		
30-70		
70-170	Kao 5, Gibb 2	Qtz58,Opg14,Bt11,Feld11,Oth6
170-265		Qtz62,Opg14,Bt13,Oth11
265-375		
375-500+		Bt52,Qtz23,Opg12,Oth13

a/ Mineral code :
Kao = kaolinite
Gibb = gibbsite
Qtz = quartz
Feld = feldspar
Bt = biotite
Opq = opaque mineral
Oth = other mineral

b/ Approximate weight fractions :
5 = more than half
4 = one-third to half
3 = one-fifth to one-third
2 = one-twentieth to one-fifth
1 = less than one-twentieth

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III

(APPENDIX III)

วิธีการศึกษาหิน, ดิน และการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

(METHODS OF INVESTIGATION FOR ROCKS,

SOILS AND WATERSHED CLASSIFICATION)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-1

(Appendix III-1)

วิธีการศึกษาทางด้านหิน

(Methods for Investigation of Rocks)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-1-1
(Appendix III-1-1)
การเตรียมแผ่นหินบาง
(Rocks thin section preparation)

วิธีการเตรียมตัวอย่างแผ่นหินบาง (Hutchison, 1974)

1) นำตัวอย่างหินขนาด 10x10x10 เซนติเมตรมาตัดโดยเครื่องตัดหินให้มีความกว้าง 20-30 มิลลิเมตร, ยาว 30-40 มิลลิเมตรและหนา 2-4 มิลลิเมตร
2) ขัดผิวหน้าด้านหนึ่งให้เรียบบนแป้นขัด โดยใช้ผงขัด silicon carbide ขนาด 200, 400 และ 600 เม็ชตามลำดับ
3) นำแผ่นหินไปวางบนแผ่นความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสจนกระทั่งผิวหน้าด้านเรียบแห้ง
4) นำผิวหน้าด้านเรียบไปติดบน glass slide ขนาด 26x46x1.25 มิลลิเมตร โดยใช้กาว Lakeside #70
5) นำแผ่นหินที่ติดบน glass slide ไปขัดด้านที่ไม่เรียบโดยใช้เครื่องขัดหินจนแผ่นหินมีความหนาประมาณ 0.1 มิลลิเมตร
6) จากนั้นนำแผ่นที่ติดบน glass slide มาขัดด้านที่ไม่เรียบด้วยมือโดยใช้ผงขัด silicon carbide ขนาด 600 เม็ชจนกระทั่งแผ่นหินมีความหนาประมาณ 0.03 มิลลิเมตร แล้วนำมาล้างน้ำให้สะอาด ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้ง
7) ปิดด้านที่ขัดด้วยมือโดยใช้ cover glass ขนาด 20x35x0.17 มิลลิเมตรโดยใช้กาว Epoxi resin ซึ่งผสมกับ Epoxi hardener ในอัตราส่วน 5 ต่อ 1
8) นำแผ่นหินบางที่เสร็จเรียบร้อยแล้วไปศึกษาทางด้านศิลาวรรณา โดยใช้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซิ่งต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-1-2
(Appendix III--1-2)
การย้อมสีแผ่นหิน
(Rocks slap staining)

1. วิธีการเตรียมตัวอย่าง
   1) นำตัวอย่างหินขนาด 10x10x10 เซนติเมตรมาตัดโดยเครื่องตัดหิน โดยตัดแบ่งครึ่งหนึ่ง
   2) ขัดผิวหน้าด้านหนึ่งให้เรียบบนแป้นขัด โดยใช้ผงขัด silicon carbide ขนาด 200, 400 และ 600 เม็ชตามลำดับ
   3) นำหินที่ขัดแล้วมาล้างน้ำให้สะอาด เพื่อนำไปย้อมสีต่อไป
2. วิธีการย้อมสี (Hutchison, 1974)
   1) นำตัวอย่างหินด้านเรียบจุ่มลงใน 52% hydrofluric acid เป็นเวลา 45 วินาที
   2) นำผิวหน้าด้านเรียบจุ่มในน้ำสะอาด และทำให้แห้งบนแผ่นความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสจนกระทั่งผิวหน้าด้านเรียบเป็นผงสีเทาหรือขาวขุ่น
   3) รมผิวหน้าด้านเรียบด้วยควันของ 52% hydrofluric acid เป็นเวลา 3 นาที
   4) จุ่มผิวหน้าด้านเรียบลงในสารละลาย saturated sodium cobaltinitrite เป็นเวลา 1 นาที
   5) ผลที่ได้รับจะทำให้แร่ควอรตซ์มีสีเทา,ใสหรือขาวใส แร่แพลจิโอเคลสมีสีขาวหรือขาวขุ่น และแร่แอลคาไลเฟลด์สปาร์มีสีเหลือง ซึ่งจะนำหินที่ผ่านการย้อมสีแล้วไปคำนวณหาเปอร์เซนต์ของแร่แต่ละชนิดต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-2

(Appendix III-2)

วิธีการศึกษาทางด้านดิน

(Methods for Investigation of Soils)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-2-1
(Appendix III-2-1)
วิธีการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ
(Methods of physical analyses)

1. การวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวม (bulk density- ρb)(ถนอม, 2528)

การวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมโดยวิธีใช้กระบอกเก็บดินโดยไม่ทำลายโครงสร้าง (core method) มีวิธีการดังนี้

1) ทำการวัดหาปริมาตรของตัวอย่างดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง (undisturbed sample) (V_b)

2) นำตัวอย่างดินนั้นใส่ในกระป๋องความชื้นแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง แล้วเอาออกใส่ในโถดูดความชื้นจนกระทั่งตัวอย่างดินเย็นจึงนำตัวอย่างดินไปชั่งหาน้ำหนัก (M_s)

3) การคำนวณหาความหนาแน่นรวม

$$\rho b = \frac{M_s}{V_b} \qquad \frac{\text{(กรัม)}}{\text{ลูกบาศก์เซนติเมตร}}$$

2. การวิเคราะห์หาความหนาแน่นอนุภาค (particle density- ρs)(ถนอม,2528

การวิเคราะห์หาความหนาแน่นอนุภาคมีวิธีการดังนี้

1) ชั่งหาน้ำหนักของพิคโนมิเตอร์หรือขวดปริมาตรพร้อมจุกปิด (m_1)

2) นำตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิลิตรบรรจุลงในพิคโนมิเตอร์หรือขวดปริมาตรประมาณ 1/3 ของปริมาตรทั้งหมดแล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก (m_2)

3) เติมน้ำกลั่นที่ต้มสุกและไล่อากาศออกแล้วลงไปประมาณ 2/3 ของปริมาตร เขย่าให้ดินและน้ำผสมเข้ากันอย่างดี แล้วจึงนำไปอุ่นบนแผ่นความร้อนเพื่อไล่อากาศออกให้หมด จึงยกลงมาทิ้งไว้ให้เย็น เมื่อเย็นแล้วจึงนำมาเติมน้ำกลั่นต้มสุกที่ไล่อากาศออกแล้วจนถึงขีดบอกปริมาตร เช็ดภายนอกพิคโนมิเตอร์หรือขวดปริมาตรให้แห้งสนิทแล้วจึงนำไปชั่งจะได้น้ำหนักของดิน + พิคโนมิเตอร์หรือขวดปริมาตร + น้ำ (m_3)

4) เทดินและน้ำทิ้ง ล้างพิคโนมิเตอร์หรือขวดปริมาตรให้สะอาด แล้วจึงเติมน้ำกลั่นต้มสุกลงไปจนเต็มถึงขีดบอกปริมาตร เช็ดภายนอกให้แห้งสนิทนำไปชั่งใหม่จะได้น้ำหนักของพิคโนมิเตอร์หรือขวดปริมาตร + น้ำ (m_4)

5) การคำนวณหาความหนาแน่นอนุภาค

$$s = \frac{(m_2-m_1)}{(m_4-m_1)-(m_3-m_2)} \qquad \frac{\text{(กรัม)}}{\text{(ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

3. การวิเคราะห์หาความพรุนทั้งหมด (total porosity-E)(ถนอม,2528)

การวิเคราะห์หาความพรุนทั้งหมดสามารถคำนวณได้จากค่าความหนาแน่นรวมกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความหนาแน่นอนุภาค หรือคำนวณได้จากค่าสัดส่วนของช่องว่าง มีวิธีการคำนวณหาความพรุนทั้งหมดดังนี้

$$E = \frac{(1 - \rho_b)x100}{\rho_s} \quad \text{(เปอร์เซนต์)}$$

หรือ $$E = \frac{100e}{1 + e} \quad \text{(เปอร์เซนต์)}$$

4. <u>การวิเคราะห์หาสัดส่วนของช่องว่าง</u> (void ratio-e)(ถนอม,2528)

การวิเคราะห์หาสัดส่วนของช่องว่างสามารถคำนวณได้จากค่าความหนาแน่นรวมกับความหนาแน่นอนุภาคหรือคำนวณได้จากค่าความพรุนทั้งหมด มีวิธีการคำนวณหาสัดส่วนของช่องว่างดังนี้

$$e = \frac{\rho_s}{\rho_b} - 1$$

หรือ $$e = \frac{E}{(100-E)}$$

5. <u>การวิเคราะห์หาปริมาณกรวด</u> (gravel)(วิชาญและเกษม,2516)

การวิเคราะห์หาปริมาณกรวดมีวิธีการดังนี้

1) นำตัวอย่างดินที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง มาชั่งน้ำหนัก (m_1)

2) นำตัวอย่างดินมาร่อนในน้ำโดยใช้ตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วใช้น้ำเทบนตะแกรงจนกว่าน้ำที่หยดออกจากตะแกรงจะใส เหลือแต่อนุภาคกรวดที่มีขนาดโตกว่า 2 มิลลิเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำอนุภาคกรวดไปชั่งน้ำหนัก (m_2)

3) การคำนวณหาปริมาณกรวด

$$\text{gravel} = \frac{m_2}{m_1} \times 100 \quad \text{(เปอร์เซนต์)}$$

6. <u>การวิเคราะห์หาการกระจายของอนุภาคดิน</u> (particle - size distribution analysis) (ถนอม,2528)

การวิเคราะห์หาการกระจายของอนุภาคดิน มีวิธีการดังนี้

1) การเตรียมตัวอย่าง

1.1) นำตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรมาประมาณ 150 กรัม ใส่ลงในบีคเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 150 มิลลิลิตร คนให้ตัวอย่างดินผสมกับน้ำอย่างทั่วถึง แล้วจึงเติม 30% H_2O_2 ลงไปครั้งละ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5 มิลลิลิตร หลายๆ ครั้งจนกระทั่งไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นคือจะไม่ปรากฏฟองอากาศให้เห็น

1.2) นำตัวอย่างจากข้อ 1.1 ไปตั้งบนแผ่นความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 90°C สังเกตดูถ้ายังมีปฏิกิริยาของ H_2O_2 เกิดขึ้น ให้นำตัวอย่างออกมาแล้วจึงเติม H_2O_2 ลงไปใหม่จนกระทั่งไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น อุ่นตัวอย่างบนแผ่นความร้อนใหม่และทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์

1.3) นำตัวอย่างจากข้อ 1.2 เข้าอบที่อุณหภูมิ 105°C ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจนตัวอย่างดินแห้งสนิทนำไปใส่ในโถดูดความชื้นให้เย็นแล้วจึงคลุกตัวอย่างดินในบีคเกอร์ให้เข้ากันให้ดี

1.4) นำตัวอย่างจากข้อ 1.3 มา 50 กรัม ใส่ในถ้วยสำหรับปั่นกวน (dispersion cup) เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 150 มิลลิลิตร และสารละลายแขวนลอย 5% ประมาณ 65 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันดีแล้วทิ้งไว้สักครู่จึงนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นกวนไฟฟ้า (machanical stirror) เป็นเวลาประมาณ 10 นาที

1.5) นำสารละลายแขวนลอยจากข้อ 1.4 ถ่ายลงในกระบอกสำหรับตกตะกอน ที่ติดตั้งกรวยพร้อมตะแกรงขนาด 300 เม็ช (0.05 มิลลิเมตร) อยู่ด้านบน ใช้น้ำกลั่นชะอนุภาคดินจากถ้วยสำหรับปั่นกวนลงบนตะแกรงให้หมดโดยการใช้ขวดฉีดน้ำฉีด แล้วจึงล้างดินบนตะแกรงโดยค่อยๆ ฉีดน้ำลงไป สังเกตจนกระทั่งน้ำที่ผ่านตะแกรงลงไปไม่ขุ่นอีกต่อไป จากนั้นนำส่วนที่อยู่ในกระบอกสำหรับตกตะกอนไปหาปริมาณของอนุภาคซิลท์ (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) โดยวิธีปิเป็ต (pipet method) ต่อไป

1.6) ส่วนอนุภาคดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 300 เม็ช จะนำไปแยกหาขนาดต่างๆ ของอนุภาคทราย (sand) โดยวิธีแยกด้วยตะแกรง (sieving method)

2) การวิเคราะห์

2.1) การแยกขนาดอนุภาคทรายโดยวิธีแยกด้วยตะแกรงมีวิธีการดังนี้

2.1.1) นำส่วนของอนุภาคทรายที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 300 เม็ช ใส่ลงในจานระเหยให้หมด แล้วนำมาเทลงบนตะแกรงขนาด 18 เม็ช (100 มิลลิเมตร) ใช้ขวดน้ำฉีดให้อนุภาคทรายขนาดเล็กกว่า 1.00 มิลลิเมตร ตกลงไปในจานระเหยที่รองรับจนหมด ส่วนที่ค้างบนตะแกรงที่มีอนุภาคขนาด 1.00-2.00 มิลลิเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 105°C ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้ง

2.1.2) นำอนุภาคทรายที่เหลือมากระทำวิธีการเดียวกับข้อ 1 มาทำในตะแกรงขนาด 35 เม็ช (0.50 มิลลิเมตร), 60 เม็ช (0.25 มิลลิเมตร), 140 เม็ช (0.10 มิลลิเมตร) ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้ได้ขนาดอนุภาคทรายแบ่งเป็น 5 ขนาดต่างๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.3) การคำนวณหาขนาดอนุภาคทรายแต่ละขนาดจากสมการ

$$Pdi = \frac{Wdi \times 100}{Wi}$$

เมื่อ Pdi = เปอร์เซนต์ของส่วนของอนุภาค(particle fraction)

Wdi = น้ำหนักของอนุภาคทั้งหมดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่สุดเป็น di

Wi = น้ำหนักดินทั้งหมดที่ใช้ (initial weight)

2.2) การหาปริมาณอนุภาคซิลท์และอนุภาคดินเหนียวโดยวิธีใช้ปิเปตมีวิธีการดังนี้

2.2.1) ทำการคำนวณระยะเวลาในการจมของอนุภาคซิลท์และอนุภาคดินเหนียวที่มีขนาด 0.05 และ 0.002 มิลลิเมตร ที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร โดยอาศัยกฎของสโต๊คส์ (Stokes' Law)

$$V = \frac{(\rho_s - \rho_l)\, g d^2}{18\eta}$$

เมื่ออุณหภูมิของสารละลายแขวนลอยคงที่ให้ $k = \frac{(\rho_s - \rho_l)g}{18\eta}$ จะได้

$$V = kd^2$$

หรือ $$d = \frac{(v)^{\frac{1}{2}}}{k}$$

เมื่อ V = ความเร็วในการจม (velocity)

ρ_s = ความหนาแน่นของอนุภาค

ρ_l = ความหนาแน่นของของเหลว

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

d = เส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค

η = ความหนืดของสารแขวนลอย (suspension)

ในการวัดโดยวิธีนี้ให้อนุภาคจมในน้ำในกระบอก สำหรับตกตะกอน ดังนั้นความเร็วของการจมจึงสามารถนำไปเกี่ยวข้องกับความลึก (h) และเวลา (t) ซึ่งจะได้ v = h/t

2.2.2) ติดตั้งปิเปตที่ปริมาตรแน่นอนกับขายึดสำหรับยึดโดยใช้คีมจับ (cramp holder) ยึดให้ปิเปตอยู่เหนือกระบอกสำหรับตกตะกอนและทำเครื่องหมายบนปิเปตที่จุด 8 เซนติเมตร จากส่วนปลายล่างของปิเปต นำสายยางดูดสารมาต่อเข้ากับส่วนบนของปิเปต

2.2.3) ทำการคนสารละลายแขวนลอยโดยใช้ที่คนสารละลายจนกระทั่งอยู่ในรูปของสารแขวนลอยโดยสมบูรณ์ เมื่อเอาที่คนสารละลายออกก็เริ่มจับเวลาทันที

2.2.4) ก่อนถึงเวลากำหนดซึ่งคำนวณได้จากข้อ 2.2.1 เล็กน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้เลื่อนปิเป็ตจุ่มลงไปในสารแขวนลอยอีก 8 เซนติเมตร เมื่อถึงเวลาที่กำหนดก็ดูดสารแขวนลอยโดยใช้ลูกยางดูดสารให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร แล้วจึงเลื่อนปิเป็ตขึ้นให้พ้นจากกระบอกสำหรับตกตะกอน

2.2.5) ถ่ายสารละลายแขวนลอยในปิเป็ตลงใส่บีคเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตรที่เตรียมไว้ และใช้น้ำกลั่นฉีดให้อนุภาคของดินที่ติดอยู่ในปิเป็ตลงในบีคเกอร์ให้หมด

2.2.6) นำบีคเกอร์ที่มีสารแขวนลอยที่ดูดได้ทั้งหมดไปอุ่นไฟบนแผ่นความร้อนให้น้ำค่อยๆ ระเหยออกไปแต่อย่าให้เดือด จนกระทั่งน้ำแห้งเกือบหมดจึงนำไปอบที่อุณหภูมิ 105°C ไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้ง

2.2.7) การคำนวณเปอร์เซนต์อนุภาคแต่ละขนาดจากสมการ

$$Pd_i = 100 \frac{(Wd_i)(X_2)}{X_1 \quad W_i}$$

เมื่อ Pd_i = เปอร์เซนต์ของส่วนของอนุภาค (particle fraction)

Wd_i = น้ำหนักของอนุภาคทั้งหมดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่สุดเป็น d1

W_i = น้ำหนักดินทั้งหมดที่ใช้ (initial weight)

x_1 = ปริมาตรของสารแขวนลอยที่ดูดไป (25 มิลลิลิตร)

x_2 = ปริมาตรทั้งหมดของสารแขวนลอย

2.2.8) การคำนวณหาค่าเปอร์เซนต์รวมทั้งหมด (P) ซึ่งจะมีค่าใกล้เคียงกับ 100% มากที่สุดจากสมการ

$$Pd+(Pd_{+1}-Pd)+(Pd_{+2}-Pd_{+1}) +...+(Pd_2-Pd_1)+Pd_1 \Longrightarrow 100\%$$

เมื่อ Pd = เปอร์เซนต์ของอนุภาคที่มีขนาดใกล้ศูนย์มากที่สุด

Pd+n = เปอร์เซนต์ของส่วนที่ตัดมาจาก Pd ตามลำดับ

7. <u>การวิเคราะห์หาอัตราส่วนการแตกกระจายของเม็ดดิน</u> (dispersion ratio-DR) (วิชาญและเกษม,2516)

การวิเคราะห์อัตราส่วนการแตกกระจายของเม็ดดินเป็นวิธีการหาความคงทนของดินจะอาศัยวิธีการของ Middleton (1930) มีวิธีการดังนี้

1) นำดินแห้ง 50 กรัม ที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ใส่ลงในหลอดแก้วทรงกระบอกขนาด 1000 มิลลิลิตร

2) เติมน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3) ใช้ฝ่ามือปิดหลอดแก้วทรงกระบอก แล้วเขย่าสารละลายขึ้นลงจำนวน 20 ครั้ง

4) ปล่อยสารละลายทิ้งไว้นาน 100 วินาที โดยมิให้สารละลายถูกรบกวน แล้วใช้ปิเป็ตดูดสารแขวนลอย (colloid) ที่ระดับความลึก 25 เซนติเมตร เป็นปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานระเหย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5) นำสารแขวนลอยที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 105°C ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งคิดเป็นน้ำหนักแห้งทั้งหมดเมื่อเทียบกับสารละลาย 1000 มิลลิลิตร แล้วจึงคิดเป็นเปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักดินแห้งที่ใช้ทั้งหมด

6) การคำนวณหาอัตราส่วนการแตกกระจายจากสมการ

$$\text{dispersion ratio} = \frac{\%\ \text{colloid}}{\%\ \text{silt} + \%\ \text{clay}} \times 100$$

โดยค่าเปอร์เซนต์อนุภาคซิลท์และอนุภาคดินเหนียวได้จากวิธีการวิเคราะห์การกระจายของอนุภาคดิน (particle size distribution analysis)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-2-2
(Appendix III-2-2)
วิธีการวิเคราะห์ทางด้านเคมี
(Methods of chemical analyses)

1. การวัดความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) (มานัส, 2519; เนาวรัตน์, 2527)

การวัดความเป็นกรดเป็นด่างของดินโดยการใช้ pH-meter มีวิธีการดังนี้

1.) ดินต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1

ชั่งดินแห้ง 10 กรัมใส่ใน beaker 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไป 10 มิลลิลิตร คนให้น้ำกับดินเข้ากัน โดยคน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ครบ 30 นาที จึงนำไปวัด pH โดยใช้ pH-meter

2.) ดินต่อ 1 N KClในอัตราส่วน 1:1

ชั่งดินแห้ง 10 กรัม ใส่ใน beaker 50 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 1 N KCl ลงไป 20 มิลลิลิตร คนให้น้ำกับสารละลายเข้ากัน โดยคน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ครบ 30 นาที จึงนำไปวัด pH โดยใช้ pH-meter

2. การวิเคราะห์หาปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) (มานัส,2519; เนาวรัตน์,2527)

1.) วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร จำนวน 20 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 1 N NH_4OAc pH 7 ลงไป 50 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากันแล้วปล่อยทิ้งไว้ข้ามคืน

ถ่ายตัวอย่างดินนี้ลงไป buchner funnel ที่กรุด้วยกระดาษกรอง No.5 ให้หมด (ใช้ asbestos บุรอบๆ ขอบกระดาษกรอง) นำ buchner funnel ไปวางบน suction flask ที่ต่อกับ suction pump เรียบร้อยแล้วเปิด suction pump เบาๆ จากนั้นก็ชะดินด้วยสารละลาย NH_4OAc จำนวน 175 มิลลิลิตร โดยเติมลงไปทีละน้อยระวังอย่าให้ดินแห้งจนแตก พยายามเติมสารละลายลงไปในขณะที่สารนั้นลดต่ำจนเกือบถึงผิวดิน การชะนี้ต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง โดยปรับแรงดึงดูดให้พอเหมาะอย่าให้ดูดเร็วเกินไป หลังจากนี้ถ่ายสารละลายที่กรองได้นี้ลงใน beaker 500 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ extractable bases ต่อไป

ต่อ buchner funnel ที่มีดินตัวอย่างเข้ากับ suction flask ตามเดิมแล้วทำการล้างเอาส่วนของ NH_4OAc ที่เหลืออยู่ตามช่องว่างในดินออกให้หมดด้วย 95% ethyl alcolhol หรือ 95% Isopopylalcolhol จำนวน 150 มิลลิลิตรโดยการเติมลงไปทีละน้อยๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เก็บ ethyl alcohol ที่ใช้แล้วไว้ในขวดเพื่อนำเอาไปกลั่นและใช้ในครั้งต่อไป

ต่อ buchner funnel เข้ากับ suction flask ที่ล้างสะอาด แล้วทำการสกัด adsorbed NH^{+}_{4} ด้วยสารละลาย acidified NaCl 225 มิลลิลิตร โดยเติมลงไปครั้งละประมาณ 45 มิลลิลิตร การเติม NaCl ลงไปแต่ละครั้งต้องปล่อยให้ NaCl เดิมผ่านดินตัวอย่างลงไปให้หมดก่อน แล้วจึงเติมลงไปใหม่ ถ่ายสิ่งที่กรองได้ลงใน volumetric flask 250 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น (ถ้าต้องการเก็บสารละลายนี้ไว้นานควรเติม toluene ลงไปประมาณ 3 หยด และเก็บไว้ในตู้เย็น) นำไปกลั่นเพื่อหาปริมาณ NH^{+}_{4} ที่ถูกไล่ที่ออกมากระทำโดยนำ erlenmeyer flask 125 มิลลิลิตร ที่มี boric acid-indicator บรรจุอยู่ 15 มิลลิลิตร ไปรองรับได้ condenser ของเครื่องกลั่น ให้ปลายของ condenser จุ่มลงใน boric acid ดูดสารละลายที่กรองได้จำนวน 50 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยรองรับตัวอย่างที่ติดอยู่กับเครื่องกลั่นแล้วค่อยๆ เปิดก๊อกให้สารละลายนี้ไหลลงสู่ถ้วยสำหรับกลั่น ใช้น้ำกลั่นชะถ้วยรองรับตัวอย่างปริมาณ 15 มิลลิลิตร เปิดก๊อกเบาๆ เพื่อเติม NaOH เข้าไปผสมกับตัวอย่าง ใช้น้ำกลั่นชะล้างด่างในถ้วยใส่ตัวอย่างให้ไหลลงไปผสมกับตัวอย่างให้หมดจึงปิดก๊อกแล้วจึงใส่น้ำกลั่นทิ้งไว้ในถ้วยใส่ตัวอย่าง (เพื่อที่จะเปิดล้างตัวอย่างทั้งเมื่อกลั่นเสร็จเรียบร้อยแล้ว) ทำการกลั่นจนกระทั่ง solution ใน erlenmeyer flask ที่รองรับมีปริมาตร 50 มิลลิลิตร จึงปล่อยตัวอย่างทิ้งและเปิดน้ำกลั่นเข้าไปล้างอีกครั้งหนึ่ง นำ solution ที่รองรับนั้นไป titrate กับ standard H_2SO_4 0.05 N ให้สีของ solution กลับมาเป็นสีม่วงปนแดง จดจำนวน H_2SO_4 ที่ titrate ได้เพื่อนำไปคำนวณต่อไป

ควรทำ blank ควบคู่ไปกับตัวอย่างโดยทำการกลั่น NaCl จำนวน 50 มิลลิลิตร เช่นเดียวกับตัวอย่าง (ควรกลั่น blank ก่อนที่จะกลั่นตัวอย่าง)

2.) วิธีการคำนวณหาปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

สูตรการคำนวณ

$$\text{C.E.C. ของดิน} = \frac{100\ N(V-B)L}{AW} \quad \text{me./100 gm soil}$$

เมื่อ N = normality ของ standard H_2SO_4

V = ปริมาตร (มล.) ของ standard H_2SO_4 ที่ใช้ในการไตเตรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาตร (มล.) ของ standard H_2SO_4 ที่ใช้ในการไตเตรตกับ Blank

L = ปริมาตร (มล.) ของสิ่งที่สกัดได้ (leachate) ทั้งหมด

A = ปริมาตร (มล.) ของสิ่งที่สกัดได้ (leachate) ที่นำเอาไปหาปริมาณ NH^{+}_{4}

W = น้ำหนัก (กรัม) ของตัวอย่างดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. <u>การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน</u> (organic matter content) (มานัส,2519; เนาวรัตน์,2527)

1.) วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 1.0 กรัมใส่ erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร ใส่ $K_2Cr_2O_7$ 1 N จำนวน 10 มิลลิลิตร (โดยใช้ volumetric pipette) เขย่า flask เบาๆ เพื่อให้น้ำยากับตัวอย่างดินผสมเข้ากันดี ใส่ H_2SO_4 เข้มข้น (commercial grade) จำนวน 20 มิลลิลิตร (รินกรดใส่ทีละน้อยเพื่อป้องกันการกระเด็นของอนุภาคดินและควรเติมกรดในตู้ดูดควัน) ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เติม phosphoric acid 10 มิลลิลิตร (เพื่อให้สังเกตุ end point ได้ชัดเจน) หยด diphenylamine ลงไปประมาณ 3 หยด แล้วนำมา titrate ทันทีกับ standard ferrous sulfate 0.5 N ลดจำนวน ferrous sulfate ที่ใช้ในแต่ละตัวอย่าง end point ของ suspension จะเปลี่ยนจากน้ำเงินเป็นเขียว (ถ้าใช้ O-phenanthroline เป็น indicator, end point ของ suspension จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง)

หาความเข้มข้นที่แท้จริงของ ferrous sulfate โดยการทำ Blank คือ ใช้ volumetric pipette 10 มิลลิลิตรดูด $K_2Cr_2O_7$ 1 N จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร ใส่กรด H_2SO_4 เข้มข้น 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เติม phosphoric acid 10 มิลลิลิตร นำไป titrate กับ ferrous sulfate โดยใช้ diphenylamine หรือ O-phenanthroline เป็น indicator เช่นเดียวกับตัวอย่าง จดจำนวน ferrous sulfate ที่ใช้กับ blank แล้วนำมาคำนวณหาความเข้มข้นโดยใช้สูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้

V_1 = ปริมาตรของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้

N_2 = ความเข้มข้นของ $FeSO_4$ ที่ใช้ titrate

V_2 = ปริมาตรของ $FeSO_4$ ที่ใช้ titrate

ในกรณีที่ titrate เกิน end point ให้เติม $K_2Cr_2O_7$ 1 N ลงไป 1.0 มิลลิลิตร แล้วนำไป titrate กับ $FeSO_4$ จนถึงจุด end point อีกครั้งหนึ่ง บันทึกปริมาณของ $K_2Cr_2O_7$ และ $FeSO_4$ ที่ใช้ทั้งหมดเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

2.) วิธีการคำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

เนื่องจากคาร์บอน (C) มี Atomic weight 12 และมี oxidation-reduction valence 4

ดังนั้น eqivalent weight = $\frac{12}{4} = 3$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1 milliequivalent C = 0.003 กรัม

$$\% \text{ oxidizable carbon} = \frac{(\text{me. } K_2Cr_2O_7)-(\text{me.} FeSO_4)x0.003x100}{\text{น้ำหนักดิน (กรัม)}}$$

เนื่องจากการวิเคราะห์หาอินทรีย์วัตถุโดยวิธีของ Walkley-Black นี้มี recovery percentage 77% และอินทรีย์วัตถุมี Organic Carbon 58%

$$\% \text{ organic matter} = \frac{(\text{me. } K_2Cr_2O_7)-(\text{me. } FeSO_4x0.003x100x100}{\text{น้ำหนักดิน (กรัม)} \quad 77 \quad 58}$$

$$= \frac{(mlK_2Cr_2O_7xNK_2Cr_2O_7)-(mlFeSo_4xNFeSO_4)x0.003x100x100x100}{\text{น้ำหนักดิน (กรัม)} \quad 77 \quad 58}$$

$$= \frac{(\text{ml } K_2Cr_2O_7xNK_2Cr_2O_7)-(\text{ml } FeSO_4xNFeSO_4)x0.672}{\text{น้ำหนักดิน (กรัม)}}$$

4. <u>การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน</u> (total N) (มานัส,2519; เนาวรัตน์,2527)

1) วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

ชั่งตัวอย่างดิน (air dry soil) ที่ร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร จำนวน 1 กรัม ใส่ใน Kjedahl digestion flask (พยายามอย่าให้ตัวอย่างดินติดอยู่บนคอ flask อาจจะใช้ onion skin paper ห่อตัวอย่าง) เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อยประมาณ 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เม็ดดินแตก ตั้งทิ้ง 30 นาที ใส่ potassium sulphate-catalyst mixture 1.1 กรัม เติม conc. H_2SO_4 (commercial grade) 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำเข้าเตาย่อยโดยใช้อุณหภูมิต่ำๆ ประมาณ 1 ชั่วโมง จึงเพิ่มอุณหภูมิให้สูงจนกว่าตัวอย่างจะใช้ได้ (clear) ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 5 ชั่วโมง ตัวอย่างจะเป็นสีขาวขุ่นๆ และไม่มีด่านของกรดซัลฟุริคปนอยู่ ในระหว่างที่ช่วยต้องพยายามหมุน flask ให้บ่อยครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้ flask ดูดความร้อนด้านเดียวและป้องกันไม่ให้ตัวอย่างไหม้ได้

เมื่อตัวอย่างใช้ได้แล้ว นำออกจากเตาย่อยทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 10 มิลลิลิตร (อย่าเติมน้ำกลั่นในขณะที่ flask ยังร้อนอยู่) เขย่าให้เข้ากัน นำไปกลั่นหาปริมาณไนโตรเจนโดยวิธีการต่อไปนี้

ถ่ายตัวอย่างที่ย่อยแล้ว ใส่ในถ้วยสำหรับใส่ตัวอย่าง ใช้น้ำกลั่นล้าง digestion flask ประมาณ 3 ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่า ไม่มีตัวอย่างเหลืออยู่ใน digestion flask

นำ erlenmeyer flask 125 มิลลิลิตร ซึ่งมี boric acid-indicator บรรจุอยู่ 15 มิลลิลิตร มารองรับได้ condenser ของเครื่องกลั่น พยายามให้ปลายของ condenser จุ่มลงไปใน boric acid เปิดก๊อกที่เชื่อมต่อระหว่างถ้วยใส่ตัวอย่างกับ distillation chamber เบาๆ เพื่อให้ตัวอย่างไหลสู่ distillation chamber ช้าๆ จนหมด แล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างจนแน่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใจว่าตัวอย่างไหลสู่ distillation chamber หมด ปิดก๊อกใส่ 10N NaOH ประมาณ 20 มิลลิลิตร ลงในถ้วยใส่ตัวอย่าง และปิดก๊อกเบาๆ เพื่อให้ด่างเข้าไปผสมกับตัวอย่างใน distillation chamber ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างด่างในถ้วยให้หมด แล้วปิดก๊อก ทำการกลั่นจนกว่าปริมาตรของสารละลาย borate ใน erlenmeyer flask เพิ่มขึ้นถึงขีด 50 มิลลิลิตร นำมา titrate กับ Standard 0.5 N H_2SO_4 จดปริมาณของ Standard H_2SO_4 ที่ใช้เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณ Total Nitrogen ในดินตัวอย่าง

2) วิธีการคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

สูตรการคำนวณ

$$\% N = \frac{(ml.\ H_2SO_4\ for\ Sample - ml\ H_2SO_4\ for\ Blank) \times N \times 0.014 \times 100}{wt.\ of\ Soil\ sample\ (air\ dry\ soil)}$$

5. <u>การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน</u> (available P) (มานัส,2519;เนาวรัตน์, 2527)

1.) วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ชั่งดิน 2.5 กรัมใส่ลงใน erlenmeyer flask 125 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด Bray II 25 มิลลิลิตร เขย่าดินกับน้ำยาสกัด 1 นาที (เขย่าทันทีที่เติมน้ำยา) แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง Whatman No.5 ดูดสารละลายที่กรองได้ 5 มิลลิลิตรใส่ใน volumetric flask 25 มิลลิลิตร เติม H_3BO_3 0.8 M ลงไป 7.0 มิลลิลิตร เขย่าแล้วเติมสารละลาย Ammonium molybdate 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเติม Standnous chloride ที่เจือจางลงไป 2.5 มิลลิลิตร เขย่าแล้วทำให้ปริมาตรครบ 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วจับเวลา เมื่อครบ 5 นาที ทำการวัดสีที่ช่วงคลื่น 660 nm สีที่เกิดขึ้นนาน 15 นาที ควรอ่านให้เสร็จในช่วงเวลา 5-15 นาที

เตรียม standard c0urve ให้มีความเข้มข้น 0,0.2,0.4,0.6,0.8 และ 1.0 ppm โดยการใช้ volumetric pipette ดูด standard 5 ppm P มา 0,1,2,3,4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน volumetric flask 25 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด (Bray II) 5 มิลลิลิตร ทุก flask แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างทุกตัวอย่าง (ควรทำ standard set ก่อนทำตัวอย่าง)

เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน (standard) กับค่าที่อ่านได้ (T หรือ M) จากเครื่อง spectrophotomet (ในกรณีที่อ่านเป็น T ใช้กระดาษกราฟ semi-log แต่ถ้าอ่านเป็น A ให้ใช้กระดาษกราฟธรรมดา)

2) วิธีการคำนวณหาปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ตัวอย่างการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชั่งดินตัวอย่าง 2.5 กรัม ใช้น้ำยาสกัด 25 มิลลิลิตร ดูดเอาสารละลายที่กรองได้มา 5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask 25 มิลลิลิตร แล้วทำให้เกิดสี เมื่อเทียบสีของสารละลายตัวอย่างกับสีของ standard set อ่านได้ 0.2 ppm P จงหาปริมาณ Available P ของดินนี้

สารละลาย 1000000 มล. มี P = 0.2 กรัม

สารละลาย 25 มล. มี P = $\frac{0.2 \times 25}{1000000}$ กรัม

ดังนั้นสารละลายที่สกัดได้ 5 มล. มี P = $\frac{0.2 \times 25}{1000000}$ กรัม

ดังนั้นสารละลายที่สกัดได้ 25 มล.มี P = $\frac{0.2 \times 25 \times 25}{1000000 \times 5}$ กรัม

ดิน 1000000 กรัม มี P = $\frac{0.2 \times 25 \times 25 \times 1000000}{1000000 \times 5 \times 2.5}$ กรัม

ฉะนั้นดินนี้มี P = 10 ppm

6. <u>การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน</u> (available K) (มานัส,2517; เนาวรัตน์,2527)

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินโดย Flame Photometer มีวิธีการดังนี้

ชั่งตัวอย่างดินจำนวน 2.5 กรัม ใส่ใน centrifuge tube 50 มิลลิลิตร เติม NH_4OAc 1N pH7 จำนวน 20 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric pipette ปิดcentrifuge tube ด้วยจุกยาง นำไปเขย่าเป็นเวลา 30 นาที นำมาเข้าเครื่อง centrifuge เป็นเวลา 5 นาที รินเอาน้ำใสๆ เก็บไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์หา Available K ต่อไป (ถ้าไม่แน่ใจว่าสารละลายสะอาดพอ ควรจะกรองเสียก่อน) ดูดสารละลายใสนี้จำนวน 5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง Flame Photometer

เตรียม standard set ให้มีความเข้มข้น 2,4,6,8,10 ppm โดยใช้ volumetri pipette ดูด standard 100 ppm K จำนวน 2,4,6,8,10 มล.ใส่ใน volumetric flask 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันนำไปอ่านด้วย Flame Photometer และนำค่าที่อ่านได้มา plot graph แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ standard กับค่าที่อ่านได้จากเครื่อง

7. <u>การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้ในดิน</u> (exchangeable Ca & Mg) (มานัส,25 ;เนาวรัตน์,25)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้ในดิน โดย Atomic Absorption มีวิธีการดังนี้

ชั่งตัวอย่างดินจำนวน 5 กรัมใส่ใน centrifuge tube เติมน้ำยาสกัด NH_4OAc 1 N pH7 ลงไป 25 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกยางนำไปเขย่าเป็นเวลา ½ ชั่วโมงแล้วนำเข้าเครื่อง centrifuge โดยใช้ high speed เป็นเวลา 5 นาที รินเอาส่วนที่ใสๆ ไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ Ca และ Mg ต่อไป (ในกรณีที่ไม่แน่ใจว่าสารละลายที่สกัดได้ใสจริง ก็ควรนำไปกรองโดยใช้กระดาษกรอง No.5)

ดูดสารละลายที่สกัดได้ 2 มิลลิลิตรใส่ใน volumetric flask 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย lanthanum chloride 0.2% เขย่าให้เข้ากัน นำไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption (สารละลายนี้อ่านได้คือ Ca และ Mg) โดยใช้

	Wavelength (nm)	Slithwith (nm)	Lamp Current (mA)
Ca	422.7	0.5	3
Mg	285.2	0.5	3

เตรียม standars set ของ Ca ให้มีความเข้มข้น 1,2,5 ppm โดยการดูดจาก standard Ca 100 ppm มาจำนวน 1,2,5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย lanthanum chloride 0.2%

เตรียม standad set ของ Mg ให้มีความเข้มข้น 2,5,10 ppm โดยการดูดจาก standard Mg 100 ppm มาจำนวน 2,5,10 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย lanthanum chloride 0.2%

8. <u>การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุโซเดียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้ในดิน</u> (exchangeable Na) (มานัส,2519;เนาวรัตน์,2527)

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุโซเดียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้ในดินโดย Flame Photometer มีวิธีการดังนี้

ชั่งตัวอย่างดิน 2.5 กรัม ใส่ใน centrifuge tube เติม NH_4OAc 1 N pH7 ลงไป 20 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetrc pipette ปิดด้วยลูกยาง นำไปเขย่าเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำเข้าเครื่อง centrifuge โดยใช้ high speed ประมาณ 5 นาที รินน้ำใสๆ ไว้เพื่อนำไปหาปริมาณ exchangeable Na ต่อไป (ในกรณีที่คิดว่าสารละลายไม่สะอาดพอควรกรองด้วยกระดาษกรอง No.5 เสียก่อน) โดยนำไปอ่านเครื่อง Flame photometer

เตรียม standard set ให้มีความเข้มข้น 10,20,30,40,50 ppm Na โดยใช้ volumetric pipette ดูด standard 100 ppm จำนวน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

10,20,30,40,50 มิลลิลิตร ใส่ vloumetric flask 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น นำไปอ่านเครื่อง Flame Photometer แล้วนำค่าที่ได้มา plot graph หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ standard กับค่าที่อ่านได้จากเครื่อง

9. <u>การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็กที่สกัดได้ในดิน</u> (extractable Fe) (มานัส,2519; เนาวรัตน์,2527)

1) วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็กที่สกัดได้ในดิน

ชั่งดินแห้งจำนวน 5.0 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร เติม ammonium acetate pH 4.8 ลงไปจำนวน 50 มิลลิลิตร นำไปเข้าเครื่องเขย่า 30 นาที แล้วนำไปกรองโดยใช้กระดาษกรอง No.5

ใช้ volumetric pipette ขนาด 10 มิลลิลิตร ดูดสารละลายที่กรองได้ใส่ volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติม 10% hydroxylamine hydrochloride จำนวน 2 มิลลิลิตร เติม orthophenanthroline จำนวน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที นำไปอ่านด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยใช้ wavelength ที่ 510 nm

เตรียม standard curve ที่มีความเข้มข้น 0.8,1.6,2.4,3.2,4.0 ppm โดยใช้ volumetric pipette ดูด standard 20 ppm Fe จำนวน 1,2,3,4,5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask 25 มิลลิลิตร แล้วกระทำเช่นเดียวกับตัวอย่าง

2) วิธีการคำนวณหาปริมาณธาตุเหล็กที่สกัดได้ในดิน

ตัวอย่างการคำนวณ

ชั่งตัวอย่างดินจำนวน 5.0 กรัม ใส่ ammonium acetate จำนวน 50 มิลลิลิตร เขย่า 30 นาที แล้วนำไปกรอง ดูดสารละลายที่กรองได้จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask 25 มิลลิลิตร เติม 10% hydroxylamine hydrochloride จำนวน 2 มิลลิลิตร เติม orthophenonthroline จำนวน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี นำไปอ่านด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ wavelength 510 ppm จงหาปริมาณ Extractable Fe ของดินนี้

สารละลาย 1000000 มล. มี Fe = 3 กรัม

สารละลาย 25 มล. มี Fe = $\frac{3 \times 25}{1000000}$ กรัม

ดังนั้นสารละลายที่สกัดได้ 10 มล. มี Fe = $\frac{3 \times 25}{1000000}$ กรัม

ดังนั้นสารละลายที่สกัดได้ 50 มล. มี Fe = $\frac{3 \times 25 \times 50}{1000000 \times 10}$ กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นดิน 5.0 กรัม มี Fe = $\frac{3x25x50x1,000,000}{1000000x10x50}$ กรัม

ฉะนั้นดินนี้มี Fe = 75 ppm

ตารางภาคผนวกที่ III-2-2.1 วิธีการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้คุณสมบัติทางเคมีบางประการ (กองสำรวจที่ดิน,2519,2523 และ 2524)

1. อัตราค่าต่างๆ ที่ใช้แบ่งระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

1.1 ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity, C.E.C.) โดยใช้ค่ามาตรฐานของกองสำรวจดิน (SSD)

ระดับ (Rating)	ช่วงค่ามิลลิกรัมสมมูลย์/100 กรัมของดิน (Range)
ต่ำมาก (Very low)	< 3.0
ต่ำ (Low)	3.0 - 5.0
ค่อนข้างต่ำ (Moderately low)	5.0 -10.0
ปานกลาง (Medium)	10.0 -15.0
ค่อนข้างสูง (Moderately high)	15.0 -20.0
สูง (High)	20.0 -30.0
สูงมาก (Very high)	>30.0

1.2 ค่าของปริมาณธาตุที่เป็นประจุบวกด่างที่ดินดูดยึดไว้ (Base Saturation, B.S) โดยใช้ค่ามาตรฐานของกองสำรวจดิน (SSD)

ระดับ(Rating)	ช่วง% ปริมาณธาตุที่เป็นด่างที่มีประจุบวก(Range)
ต่ำ (Low)	< 35
ปานกลาง (Medium)	35 - 75
สูง (High)	> 75

1.3 ค่าปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter, O.M.) โดยใช้ค่ามาตรฐานของ USDA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ระดับ(Rating)	ช่วง% อินทรีย์วัตถุ (Range)
ต่ำมาก (very low)	< 0.5
ต่ำ (Low)	0.5 - 1.0
ค่อนข้างต่ำ (Moderately low)	1.0 - 1.5
ปานกลาง (Medium)	1.5 - 2.5
ค่อนข้างสูง (Moderately high)	2.5 - 3.5
สูง (High)	3.5 - 4.5
สูงมาก (Very high)	> 4.5

1.4 ค่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus, Avai.P) โดยใช้ค่ามาตรฐานของ USDA

ระดับ (Rating)	ช่วงปริมาณธาตุฟอสฟอรัสเป็น ppm (Range)
ต่ำมาก (Very Low)	< 3
ต่ำ (Low)	3 - 6
ค่อนข้างต่ำ (Moderately Low)	6 - 10
ปานกลาง (Medium)	10 - 15
ค่อนข้างสูง (Moderately high)	15 - 25
สูง (High)	25 - 45
สูงมาก (Very high)	> 45

1.5 ค่าปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Potassium, Avai. K) โดยใช้ค่ามาตรฐานของ USDA

ระดับ (Rating)	ช่วงปริมาณธาตุโปแตสเซี่ยมเป็น ppm (Range)
ต่ำมาก (Very Low)	< 30
ต่ำ (Low)	30 - 60
ปานกลาง (Medium)	60 - 90
สูง (High)	90 - 120
สูงมาก (Very high)	> 120

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.6 ค่าปริมาณธาตุแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้ (Exchangeable Calcium, Exch. Ca) โดยใช้ค่ามาตรฐานของกองสำรวจดิน (SSD)

ระดับ (Rating)	ช่วงค่ามิลลิกรัมสมมูลย์/100 กรัมของดิน (Range)
ต่ำมาก (Very Low)	< 2
ต่ำ (Low)	2 - 5
ปานกลาง (Medium)	5 - 10
สูง (High)	10 - 20
สูงมาก (Very high)	> 20

1.7 ค่าปริมาณธาตุแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้ (Exchangeable Magnesium, Exch. Mg) โดยใช้ค่ามาตรฐานของกองสำรวจดิน (SSD)

ระดับ (Rating)	ช่วงค่ามิลลิกรัมสมมูลย์/100 กรัมของดิน (Range
ต่ำมาก (Very Low)	< 0.3
ต่ำ (Low)	0.3 - 1.0
ปานกลาง (Medium)	1.0 - 3.0
สูง (High)	3.0 - 8.0
สูงมาก (Very high)	> 8.0

1.8 ค่าปริมาณธาตุโซเดียม ที่แลกเปลี่ยนที่ได้ (Exchangeable Sodium, Exch. Na) โดยใช้ค่ามาตรฐานของกองสำรวจดิน (SSD)

ระดับ (Rating)	ช่วงค่ามิลลิกรัมสมมูลย์/100 กรัมของดิน(Rang)
ต่ำมาก (Very Low)	< 0.1
ต่ำ (Low)	0.1 - 0.3
ปานกลาง (Medium)	0.3 - 0.7
สูง (High)	0.7 - 2.0
สูงมาก (Very high)	> 2.0

1.9 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โดยใช้ค่ามาตรฐานของ USDA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระดับ	ช่วงค่าของ pH (Range)
ปฏิกิริยาเป็นกรดจัด (Extremely acid)	< 4.5
ปฏิกิริยาเป็นกรดแก่จัด (Very strongly acid)	4.5 - 5.0
ปฏิกิริยาเป็นกรดแก่ (Strongly acid)	5.1 - 5.5
ปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลาง (Moderately acid)	5.6 - 6.0
ปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อย (Slightly acid)	6.1 - 6.5
ปฏิกิริยาเป็นกลาง (Neutral)	6.6 - 7.3
ปฏิกิริยาเป็นด่างอย่างอ่อน (Mildly alkaline)	7.4 - 7.8
ปฏิกิริยาเป็นด่างปานกลาง (Moderately alkaline)	7.9 - 8.4
ปฏิกิริยาเป็นด่างแก่ (Strongly alkaline)	8.5 - 9.0
ปฏิกิริยาเป็นด่างแก่มาก (Very strongly alkaline)	> 9.0

2. แสดงวิธีการการคาดคะแนความอุดมสมบูรณ์ของดินจากคุณสมบัติของเคมี (กองสำรวจที่ดิน,2524)

C.E.C. (me/100g)	B.S. (%)	O.M. (%)	Avai.P (ppm)	Natural Fertility
H - MH	H	H - M	H - M	H
H - MH	H	H - ML	M - ML	MH
H - MH	H	M	H - M	MH
H - MH	H	ML	M - L	M
H - MH	H	M - ML	M - L	M
H - MH	L	M	M	ML
H - MH	L	ML	M - L	L
M	H	H - M	H	H
M	H	M	M	MH
M	H	ML	M - L	M
M	M	M	M - L	M
M	M	ML	H - M	M
M	M	ML	M - L	ML
M	L	M	H - M	ML
M	L	ML	H - L	L

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ML	H	M	H - M	MH
ML	H	ML	M - L	M
ML	M	ML	H - M	M
ML	M	ML	M - L	ML
ML	H	L	M - L	ML
ML	M	L	M - L	L
ML	L	ML	M - L	L
L	H	ML	M	ML
L	M - L	L	L	L

หมายเหตุ : H = สูง, MH = ค่อนข้างสูง, M = ปานกลาง, ML = ค่อนข้างต่ำ, L = ต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-2-3
(Appendix III-2-3)
การเตรียมดินแผ่นบาง
(Soils thin section precipitation)

วิธีการเตรียมตัวอย่างดินแผ่นบาง (Stoops, 1978; Hutchison, 1974)

1.) นำตัวอย่างดินที่ใส่ในกล่องคูเบียนา (kubiena box) ขนาด 8x15x5 เซนติเมตรมาผึ่งให้แห้งในอุณหภูมิห้อง

2.) เติมส่วนผสมของสารละลาย plastic resin : monostyrene : catalyst : accelerator อัตราส่วน 750:500:2:1 จำนวน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ในกล่องคูเบียนาซึ่งอยู่ใน vacuum pump

3.) นำกล่องคูเบียนาที่มีส่วนผสมของสารละลายไปใส่ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน

4.) เมื่อครบ 7 วันนำมาใส่สารละลายจำนวน 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลังจากนั้นทำตามขั้นตอนของข้อ 2.) และข้อ 3.)

5.) เมื่อครบ 7 วันนำมาใส่สารละลายจำนวน 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลังจากนั้นทำตามขั้นตอนของข้อ 2.) และข้อ 3.)

6.) จากข้อ 5.) นำกล่องคูเบียนาที่มีดินที่แข็งตัวแล้วและปราศจากช่องว่างภายในดินเนื่องจากมีกาวไปอุดช่องว่างหมดแล้วมาแกะกล่องคูเบียนาออก

7.) นำดินที่แข็งตัวแล้วมาทำดินแผ่นบางโดยใช้ขั้นตอนและวิธีการเหมือนกับการทำแผ่นหินบางในภาคผนวกที่ III-1-1 ข้อ 1.)-7.)

8.) นำดินแผ่นบางที่เสร็จเรียบร้อยแล้วไปศึกษาทางด้านจุลสัณฐานวิทยาของดินโดยใช้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซิ่งต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-2-4

(Appendix III-2-4)

วิธีการศึกษาปริมาณแร่ในอนุภาคทรายขนาดละเอียดมาก

(Method for minerals identification of very fine sand)

วิธีการเตรียมตัวอย่างสำหรับอนุภาคทรายขนาดละเอียดมาก

1.) นำ glass slide ที่มีขนาด 26x46x1.25 มิลลิเมตรมาหากาว Canada balsam

2.) โรยอนุภาคทรายขนาดละเอียดมาก (0.05-0.1 มิลลิเมตร) ซึ่งได้จากการผ่านตะแกรงขนาดระหว่าง 300 เม็ช (0.05 มิลลิเมตร) และ 140 เม็ช (0.1 มิลลิเมตร) ประมาณ 0.5 กรัมลงบน glass slide โดยให้อนุภาคทรายแต่ละอนุภาคกระจายทั่วไปทั้ง glass slide

3.) ปิดด้วย cover glass ขนาด 20x35x0.17 มิลลิเมตรโดยใช้กาว Canada balsam

4.) ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน เพื่อให้กาวแห้งสนิทหลังจากนั้นนำมาศึกษาปริมาณของแร่แต่ละชนิดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์โพราไรซิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-2-5
(Appendix III-2-5)
วิธีการวิเคราะห์แร่ดินเหนียวโดยใช้รังสีเอกซ์
(Method for clay minerals by X-ray diffraction)

1. วิธีการเตรียมตัวอย่าง (สมชาย,2524)

1.) นำตัวอย่างดินที่แห้งแล้วประมาณ 100 กรัม ใส่กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.) เติมสาร Calgon (Sodiumhexametaphosphate) ซึ่งเป็นตัวทำให้เม็ดดินขนาดเล็กๆ ไม่จับตัวกัน (deflocculate) ซึ่งเรียกว่าเป็นตัว peptizer ประมาณ 20 กรัม ลงในกระบอกตวง แล้วคนให้เข้ากัน จึงเติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงขีด 1 ลิตร

3.) คนน้ำใน beaker ให้เข้ากันอีกครั้ง แล้วตั้งทิ้งไว้โดยจับเวลาหลังจากหยุดคนด้วย

4.) ทิ้งให้ดินตกตะกอนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง 20 นาที แล้วจึงดูดเอาน้ำที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตร ออกมาให้หมดจะได้เม็ดดินที่น้อยกว่า 2 ไมครอน

5.) หยดตัวอย่างผสมน้ำลงบนกระจก slide ขนาด 2.5x4.5 เซนติเมตรทันที

6.) เอียงแผ่นกระจก เพื่อให้ตัวอย่างผสมน้ำไหลทั่วแผ่นกระจก แล้วตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องให้แห้ง จึงนำไปวิเคราะห์ต่อไป

2. วิธีการวิเคราะห์แร่ดินเหนียวโดยใช้เครื่อง X-ray diffractometer

1.) การศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ โดยใช้เครื่อง X-ray diffractometer "miniflex" ของ Rigaku รุ่น CN 2005 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น ของภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2.) คำนวณหาค่า d-spacing ของ peak ต่างๆ รวมทั้งความเข้มของ peak ที่องศา 2 θ ต่างๆ นำมาเปรียบเทียบกับ ASTM index และ Caver (1971) ซึ่งแสดงในตารางภาคผนวกที่ III-2-5.1 หลังจากนั้นนำไปคำนวณปริมาณของแร่แต่ละชนิดจาก X-ray peak โดยใช้พื้นที่ของ peak เป็นตัวศึกษาต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ III-2-5.1 แสดงค่า 2 θ, d-spacings, intensities และ hkl ของแร่ (Caver, 1971)

Minerals	2θ	d-spacing (A°)	I	hkl
Kaolinite	12.4	7.16	100+	001
	19.9	4.46	40	020
	20.4	4.36	50	110
	21.3	4.18	50	$1\bar{1}1$
	24.9	3.57	100+	002
	35.0	2.56	60	130 $20\bar{1}$ 130
	35.5	2.53	40	$13\bar{1}$ 112
	37.6	2.39	90	$20\bar{2}$ 131
Gibbsite	18.3	4.85	100	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก III-3

(Appendix III-3)

วิธีการศึกษาทางด้านการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

(Methods of Watershed Classification)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-3-1
(Appendix III-3-1)
สมการและการกำหนดค่าตัวแปรของการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ
(Equation and definition of variables in watershed classification)

สมการและการกำหนดค่าตัวแปร

สมการที่ใช้กำหนดชั้นคุณภาพในลุ่มน้ำ ปิง วัง ยมและน่าน คือ

$$Y(wsc) = [1.93-0.048(Slope)-0.004(Elev)+0.107 (Landfm)+0.116 (Geol) + 0.193 (Soil)] (FOR.)$$

$$R^2 = 0.9682$$

ค่าตัวแปรทั้ง 5 ตัวจะอ่านได้จากพื้นที่แต่ละกริด (grid) ซึ่งมีพื้นที่ 1x1 กม. โดยใช้แผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50000 การกำหนดค่าเชิงปริมาณของตัวแปรทั้ง 5 มีรายละเอียด (เกษมและนิพนธ์,2530) ดังนี้

(1) ความลาดชัน (slope) กำหนดคะแนนจากจำนวนเส้นภายในกริด 1x1 กม. แล้วตีค่าออกมาเป็นความลาดชัน ค่าความลาดชัน คือคะแนนที่ใช้ในการสร้างสมการ ดังรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ III-3-1.1

(2) ความสูง (elevation) ทำได้จากความสูงเฉลี่ยภายในกริด 1x1 กม. โดยนำค่าความสูงสูงสุดบวกกับค่าความสูงต่ำสุด แล้วหารด้วยสองจากนั้นนำค่าความสูงเฉลี่ยที่ได้มาหารด้วย 10 ก็จะได้คะแนนความสูงของสมการ

(3) ลักษณะแผ่นดิน (landform) กำหนดคะแนนจากลักษณะการเรียงตัวของเส้นชั้นความสูง (contour) ภายในกริด 1x1 กม. โดยมีค่าแตกต่างกันไปตามรูปลักษณะพื้นที่นั้นๆ ดังรายละเอียดในรูปภาคผนวกที่ III-3-1.1 และตารางภาคผนวกที่ III-3-1.2

(4) ลักษณะหิน (geology) กำหนดคะแนนจากค่าความมากน้อยของ Dispersion Ratio ของดินที่เกิดจากหินชนิดต่างๆ ดังรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ III-3-1.3

(5) ลักษณะดิน (soil) กำหนดคะแนนจากลักษณะความลึก ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และสมรรถนะการพังทลายของดิน สำหรับลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่านจะใช้ค่าเฉลี่ยในอัตราส่วนระหว่างความลึก : ความอุดมสมบูรณ์ของดิน : สมรรถนะการพังทลายของดินเป็น 1:1:1 ดังรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ III-3-1.4

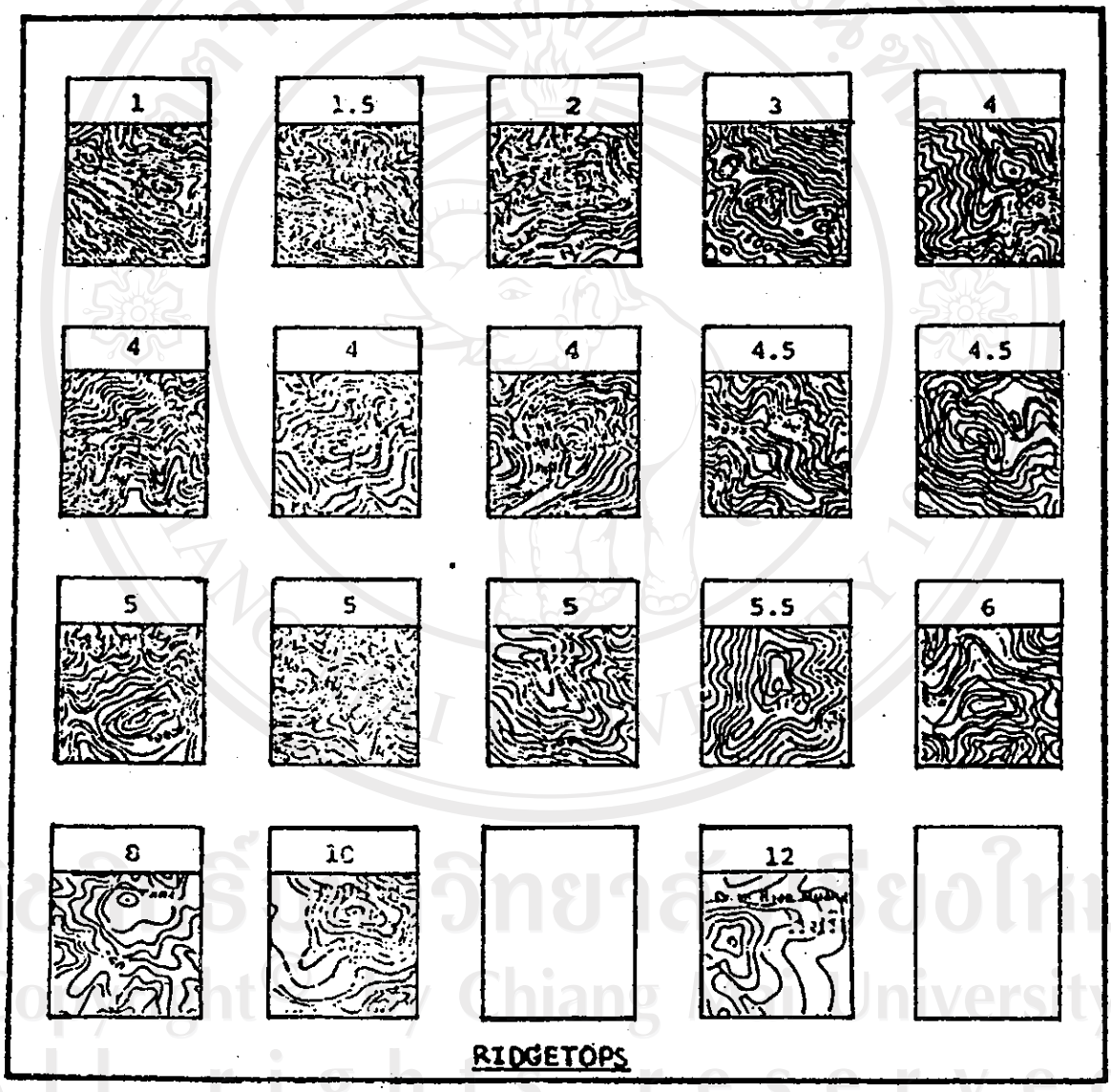
สำหรับค่าปัจจัยทางด้านป่าไม้ (forest) เป็นค่าที่ใช้ระบุเฉพาะลุ่มน้ำชั้น 1 เท่านั้น โดยกำหนดลุ่มน้ำชั้น 1A คือลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ที่มีพื้นที่ป่าปกคลุม และ 1B คือลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ที่ไม่มีป่าไม้ปกคลุม ส่วนลุ่มน้ำที่ 2,3,4 และ 5 ให้คงเดิมจากการคำนวณในสมการตัวแปรทั้ง 5 ตัวนั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จำนวนเส้น Contour line	คะแนน % SLOPE	จำนวนเส้น Contour line	คะแนน % SLOPE
1	1	26	50
2	2	27	52
3	4	28	54
4	6	29	56
5	8	30	58
6	10	31	60
7	12	32	62
8	14	33	64
9	16	34	66
10	18	35	68
11	20	36	70
12	22	37	72
13	24	38	74
14	26	39	76
15	28	40	78
16	30	41	80
17	32	42	82
18	34	43	84
19	36	44	86
20	38	45	88
21	40	46	90
22	42	47	92
23	44	48	94
24	46	49	96
25	48	50	98

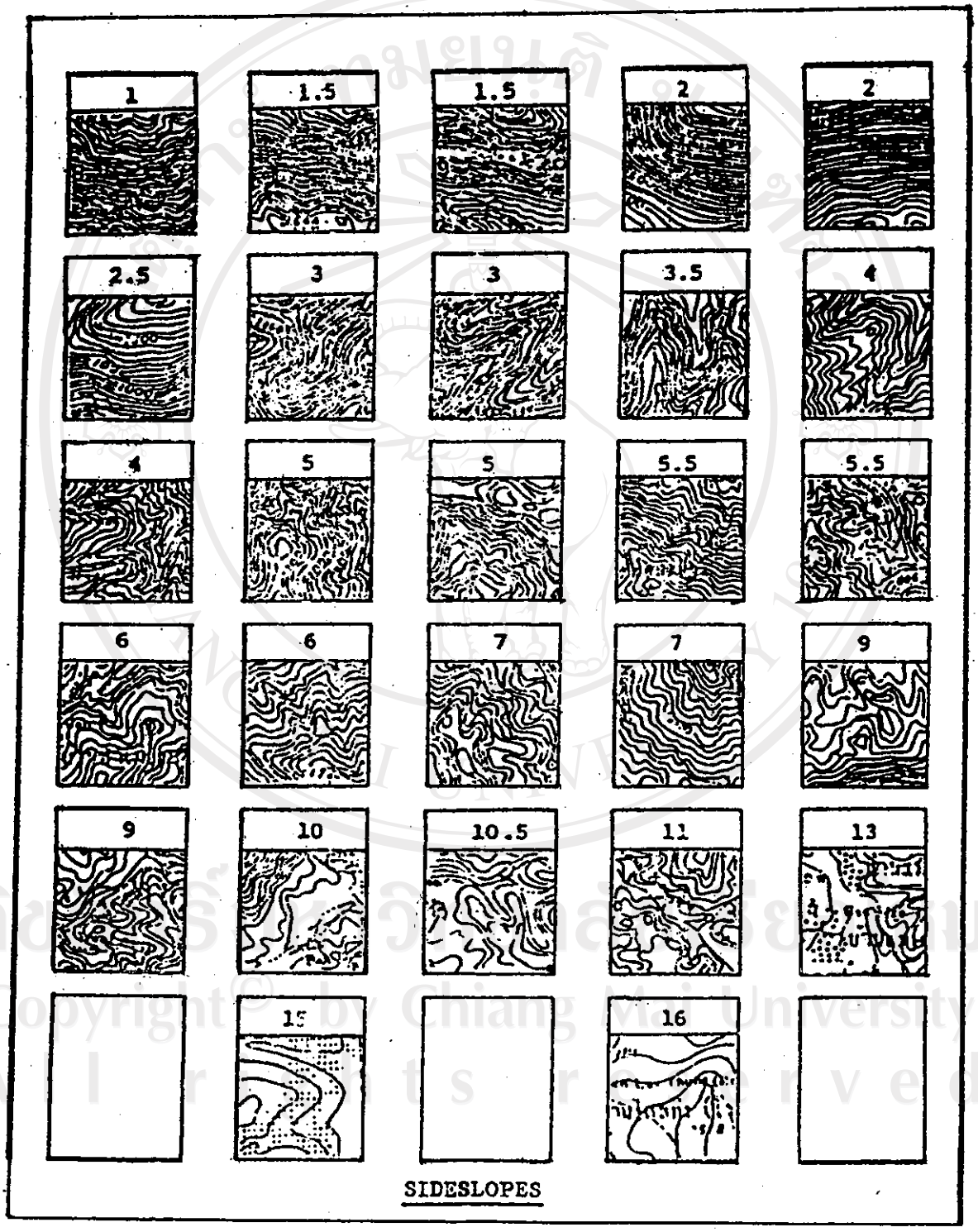
<u>ตารางภาคผนวกที่ III-3-1.1</u> คะแนนความลาดชันโดยพิจารณาจากจำนวนเส้นแนวระดับ (contour line) ในพื้นที่ 1x1 กม. จากแผนที่มาตราส่วน 1:50000 (เกษมและนิพนธ์,252

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



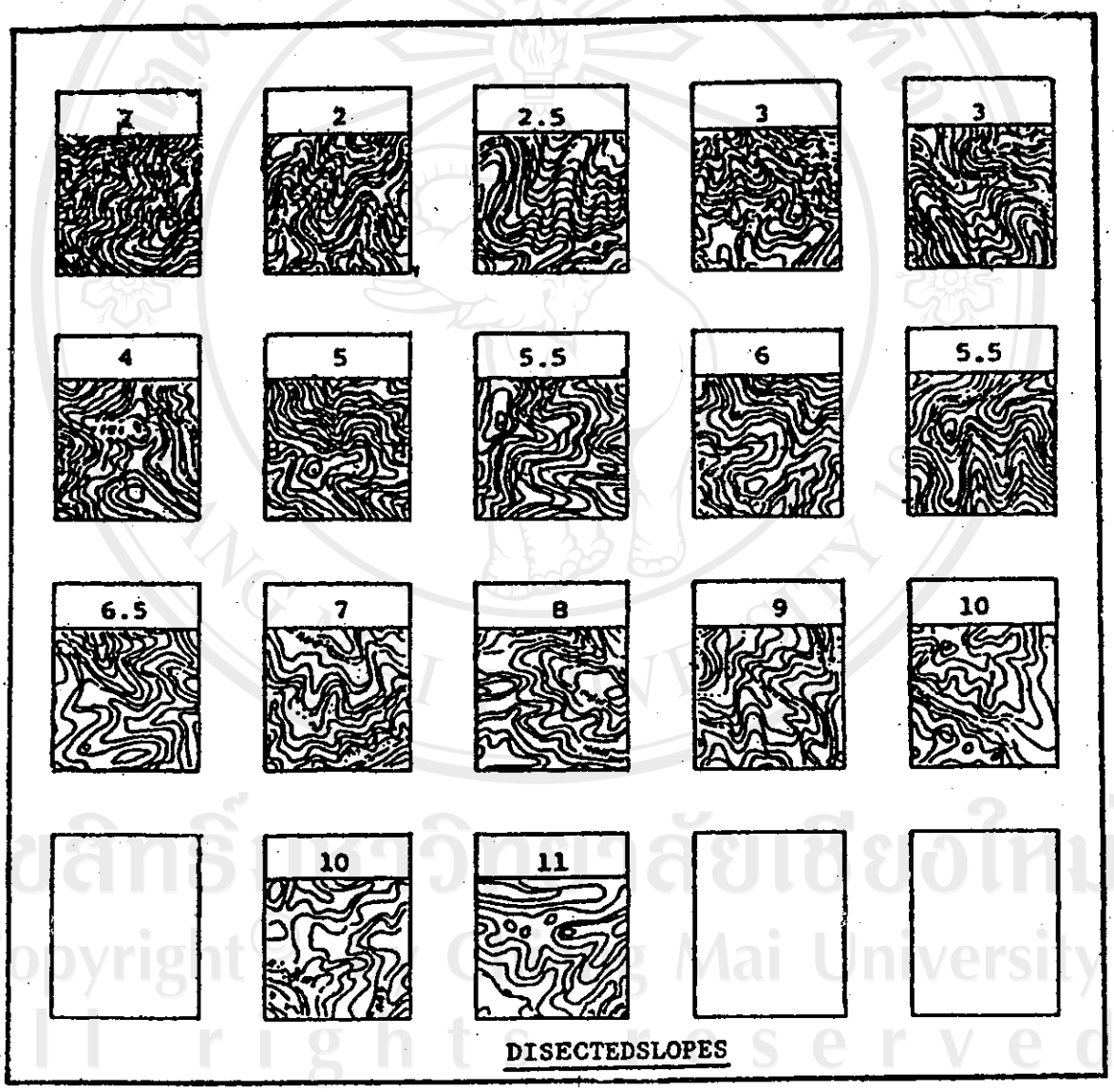
รูปภาคผนวกที่ III-3-1.1 ลักษณะภูมิประเทศ (landform) แต่ละรูปแบบในพื้นที่ 1x1 กม. จากแผนที่มาตราส่วน 1:50000 และการให้คะแนนตามตัวเลขที่ปรากฏในภาพ (เกษมและนิพนธ์,2529)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปภาคผนวกที่ III-3-1.1 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปภาคผนวกที่ III-3-1.1 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลำดับที่	กลุ่มลักษณะพื้นที่	ลักษณะพื้นที่	คะแนน
1	หน้าผา ทุ่งเหว ยอดเขา	ลาดเขาสูงชัน หน้าผา ทุ่งเหว	1.1
		ทุ่งเหว	1.2
		หน้าผา	1.3
		ยอดเขา	2.0
		สันเขามน	9.0
2	ลักษณะพื้นที่เป็นสันเขา	สันเขา-แนวแคบและชันมาก	1.0
	(RIDGETOPS)	(กว้างน้อยกว่า 20 เมตร)	
		สันเขา-ลาดเทปานกลาง	4.0
		(กว้าง 20-100 เมตร)	
		สันเขา-กว้าง (100-500 เมตร)	12.0
3	พื้นที่ไหล่เขา	ไหล่เขาชันค่อนข้างรายเรียบ	3.0
	(SIDESLOPE)	ไหล่เขาชันปานกลาง	5.0
		ไหล่เขาร่องเล็ก	3.0
		ไหล่เขาชันปานกลาง	6.0
		ตีนเขา	13.0
		ขั้นบันได	14.0
4	ความลาดเทพื้นที่ร่องแบ่งแยก	ไหล่เขาร่องลึก	2.0
	(DISECTED SLOPE)	ร่องลึกต้นน้ำ	5.0
		ร่องลึกมากต้นน้ำ	10.0
5	พื้นที่ยอดเขา	ร่องลึกปรับสภาพแล้ว	12.0
	(TABLELANDS)	พื้นที่ยอดเขาเป็นลอนคลื่น	15.0
		ลอนคลื่นปรับสภาพแล้วหรือ	16.0
		พื้นที่ราบเชิงเขา	
		พื้นที่ราบบนที่เป็นลอนคลื่น	17.0
		พื้นที่ราบขั้นบันได	16.0
		ท้องลำน้ำ	17.0
		พื้นที่ราบสูง	20.0
		พื้นที่ราบต่ำ	21.0

ตารางภาคผนวกที่ III-3-1.2 คะแนนลักษณะของพื้นที่ (LANDFORM) (เกษมและนิพนธ์, 2529)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ROCK TYPE	DISPERSION RATIO	GEOL SCORE
RECENT VOLCANIC	60	0.50
YOUNG VOLCANIC	56	0.76
ACID IGNEOUS	54	0.90
GRANITE & RHYOLITE	51	1.11
QUARTZ-DIORITE	56	0.76
GRANO-DIORITE	57	0.69
DIORITE	48	1.32
CENOZOIC NON-MARINED SEDIMENT	48	1.32
MIOCENE CONTINENTAL	50	1.18
SCHIST & PHYLITE	46	1.46
METAMORPHICS	49	1.04
CENOZOIC MARINED SEDIMENT	44	1.60
MIOCENE MARINE	25	2.93
OLIGOCENE	28	2.72
EOCENE	23	3.10
QUATERNARY TERRACES	42	1.74
UPPER CRETACEOUS SEDIMENT	44	1.60
LOWER CRETACEOUS MARINE	14	5.00
BASALT AND GABBO	45	1.53
JURASSIC TRIASSIC	31	2.51
CARBONIFEROUS VOLCANIC	44	1.60
PRE-CENOZOIC MARINE	47	1.39
CARBONIFEROUS	57	0.69
DEVONIAN	23	3.10
PERIODOLITE AND SERPENTINE	38	2.02
ANDESITE	44	1.60
EOCENE VOLCANIC	25	2.93

ตารางภาคผนวกที่ III-3-1.3 ค่าที่ใช้แทนลักษณะของหินในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำซึ่งประเมินจากค่าความมากน้อยของ Dispersion Ratio ของดินที่เกิดจากหินชนิดต่างๆ (เกษมและนิพนธ์, 2529)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

MAPPING NUMBER	SOIL NAMES	S DEPT CLASS	S FER. CLASS	S EROD. CLASS	WT. SCOR	WSC IDEX
1	SANDY QUARTZIPSAMMENTS	5	1	4	3.3	1.64
2	LOAMY USTIFLUVENTS	5	2	2	3.0	1.08
3	CLAYEY TROPAQUEPTS	5	2	3	3.3	1.65
4	CLAYEY CALCIUSTOLLS	5	3	3	2.7	0.50
5	LOAMY TROPAQUALFS	5	2	2	3.0	1.08
6	CLAYEY TROPAQUALFS	5	2	3	3.3	1.65
7	LOAMY HAPLUSTALFS	5	2	2	3.0	1.08
8	CLAYEY HAPLUSTALFS	5	2	3	3.3	1.65
9	SKELETAL HAPLUSTALFS	5	2	5	4.0	3.00
10	CLAYEY PALEAQUULTS	5	1	3	3.0	1.08
11	CLAYEY PALEAQUULTS /CLAYEY TROPAQUALFS	5	1	3	3.0	1.08
12	LOAMY PALEUSTULTS	5	1	2	2.7	0.50
13	CLAYEY PALEUSTULTS	5	1	3	3.0	1.08
14	SKELETAL PALEUSTULTS	5	1	5	3.7	2.42
15	SKELETAL HAPLUSTULTS	2	1	5	2.7	0.50
16	CLAYEY PALEUSTULTS /LOAMY PALEUSTULTS	5	1	2.5	2.7	0.50
17	SKELETAL PALEUSTULTS /SKELETAL HAPLUSTULTS	3.5	1	5	3.2	1.47
18	SLOPE COMPLEX : -OXIC PALEUSTALFS (R.B.L.S) (ELE. 630 : Old allu. derived from metasedimentary rock) -OXIC PALESUTALFS (R.B.L.S)	5	3	3	3.7	2.42

ตารางภาคผนวกที่ III-3-1.4 ESTIMATED SCORES FOR SOIL IN CLASSIFYING WATERSHED ZONES BASED ON SOIL DEPTH, SOIL FERTILITY CLASSES AND SOIL ERODIBILITY CLASSES IN RELATION TO "WSC INDEX" GIVEN BY DR.WOOLDRIDGE (เกษมและนิพนธ์, 2529)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Ele. 690 : Old allu. derived from Sandstone, Quartzite, Phyllite)	5	2	3	3.3	1.65
-USTIC HAPLUSTALFS (R.Y.P.S) (ELR. 660 ; Foot slope of Granite Hill ; collu. & Rest of Granftic rock)	5	3	3	3.7	2.42
-USTIC PALEHUMULTS (R.Y.P.S) (Ele. 740 ; Valley-side slope of Mountainous Area ; Collu. & Rest Granitic Rock)	5	2	2.5	3.2	1.47
-TROPOHUMULTS (R.B.L.S.) (Doi Pui) (Ele. 1350 ; Hillslope of Gneissic Granite ; Carboniferous Granite)	4	2	3	3.0	1.08
-RHODODALFS (R.B.L.S.) (Ele. 1300 : Hillside of Granodiorite : *Suan Song Saen ; Doi Pui	4	2	3	3.0	1.08
SINKHOLE AND LIMESTONE KNOLLS					
SHALE DERIVED (R.B.E ; R.B.L.)					
- TROPUDALFS Ang Khang					
- TROPUDULTS Area ; Ele					
- TROPOHUMULTS 1400-1750	4	3	3	3.3	1.65
SHALE & LIMESTONE DERVIVED (R.Y.P ; R.B.L.)					
- TROPUDULTS					
- PALEUDALFS	3	3	3	3.0	1.08
SANDY-SHALE & LIMESTONE (R.Y.P.)					
- TROPUDULTS	2	2.5	4	2.8	0.69
LOCAL GRAVELLY ALLUVIUM (R.Y.P.)					
- TROPUDULTS	2	3	5	3.3	1.65

หมายเหตุ:ใช้อัตราส่วน 1:1:1 ของความลึก:ความอุดมสมบูรณ์:สมรรถนะการพังทลาย

ตารางภาคผนวกที่ III-3-1.4 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวกที่ III-3-2

(Appendix III-3-2)

หลักเกณฑ์และวิธีการในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ
และมาตราการการใช้ที่ดินในเขตลุ่มน้ำ

(Principle and method in watershed classification and strategy of land ultilization in the watershed area)

1. คำนิยามทั่วไป

(1) หลักเกณฑ์ หมายถึงหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งชั้นคุณภาพของลุ่มน้ำ

(2) มาตรการ หมายถึงมาตรการที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ควบคุมการใช้ที่ดินในเขตลุ่มน้ำแต่ละชั้น

(3) หลักเกณฑ์และมาตรการ หมายถึงหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งชั้นคุณภาพของลุ่มน้ำ และมาตรการควบคุมการใช้ที่ดินในเขตลุ่มน้ำที่กำหนดขึ้นโดย สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณา เสนอแนะให้มีการใช้ที่ดินในเขตป่าต้นน้ำ และพื้นที่ลุ่มน้ำของประเทศ

2. หลักเกณฑ์และวิธีการในการกำหนดชั้นคุณภาพของลุ่มน้ำ

หลักเกณฑ์ในการกำหนดชั้นคุณภาพของลุ่มน้ำในที่นี้กำหนดจากปัจจัยด้านกายภาพซึ่งมีผลต่อกระบวนการทางอุทกวิยาและมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก รวม 6 ประการคือ

2.1 สภาพภูมิประเทศ ใช้ลักษณะแผ่นดิน (landform) ว่าเป็นบริเวณแนวสันเขา ยอดเขาแหลม ยอดเขามน หุบเหว หน้าผา ลาดเขา เชิงเขา บริเวณรอยกัดลึกร่องเขา ที่ราบขั้นบันได ที่ราบหรือที่ลุ่ม ซึ่งมีผลต่อการกำหนดการใช้ที่ดิน

2.2 ระดับความลาดชัน ใช้ค่าเฉลี่ยความลาดชันของพื้นที่เป็นเปอร์เซนต์ ซึ่งนับและคำนวณได้จากพื้นที่ที่กำหนดขึ้น

2.3 ความสูงจากระดับน้ำทะเล ใช้ค่าเฉลี่ยความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นเมตรที่ปรากฏในแผนที่สภาพภูมิประเทศ

2.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา ใช้ชนิดของหินและอายุทางธรณี รวมทั้งสมบัติที่จะแปรสภาพเป็นดินที่มีความยากง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายที่ปรากฏเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่

2.5 ลักษณะทางปฐพีวิทยา ใช้สมบัติของดินที่เกี่ยวกับความลึกความอุดมสมบูรณ์และความยากง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายของชนิดดินที่ปรากฏเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่ การกำหนดค่าปัจจัยต่างๆ ทั้งห้านี้ กำหนดจากแผนที่สภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50000 แผนที่ดิน และแผนที่ธรณีวิทยาของส่วนราชการต่างๆ ประกอบการตรวจสอบภาคสนามโดยใช้พื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรเป็นเกณฑ์ และปรับสภาพของแนวเส้นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามที่ควรเป็นจริง

2.6 สภาพป่าไม้ที่เหลืออยู่ในปัจจุบัน ใช้ตำแหน่งของป่าที่ปรากฏอยู่ในแผนที่มาตราส่วน 1:250000 ซึ่งกรมป่าไม้ได้จัดทำเป็นแผนที่ป่าไม้ โดยการแปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียม ที่บันทึกภาพเมื่อปี พ.ศ.2525 เป็นเกณฑ์

การกำหนดชั้นคุณภาพของลุ่มน้ำกระทำโดยการผนวกเอาปัจจัยทั้งหกเป็นรูปของสมการ ซึ่งได้มีการทดสอบและยอมรับจากการประชุมผู้แทนของหน่วยงานของรัฐฯ แล้ว สมการที่ใช้กำหนดชั้นคุณภาพในลุ่มน้ำปิง วัง ยมและน่าน คือ

$$Y_{(wsc)} = [1.93-0.048(Slope)-0.004(Elev)+0.107(Landfm)+0.116(Geol)+0.193(Soil)] \quad (FOR.)$$

$Y_{(wsc)}$ คือดัชนีชั้นคุณภาพของลุ่มน้ำของพื้นที่

Slope คือระดับความลาดเทเฉลี่ยของพื้นที่ (%)

Elev คือค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยของพื้นที่ (เมตร/10)

Landfm คือดัชนีแทนลักษณะแผ่นดินของพื้นที่

Geol คือดัชนีแทนลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่

Soil คือดัชนีแทนลักษณะทางปฐพีวิทยาของพื้นที่

(FOR.) คือตัวแปรแทนสภาพการมีป่าไม้หรือไม่มีป่าไม้ ซึ่งได้ค่า 1 แทนสภาพมีป่าไม้ และ 0 แทนสภาพการไม่มีป่าไม้ ซึ่งตัวแปรนี้จะมีผลกับการกำหนดชั้นคุณภาพของลุ่มน้ำเฉพาะในกรณีพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 เท่านั้น กล่าวคือพื้นที่ใดเมื่อคำนวณด้วยสมการในวงเล็บ...เป็นชั้นที่ 1 หากมีป่าไม้ปรากฏอยู่ในพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ก็จะจัดเป็นลุ่มน้ำชั้นที่ 1 A หากไม่มีป่าไม้ปรากฏอยู่ก็จะจัดเป็นลุ่มน้ำชั้นที่ 1 B

3. ชั้นคุณภาพของลุ่มน้ำและมาตรการควบคุมการใช้ที่ดิน

พื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำปิง วัง ยมและน่านจะถูกจำแนกออกเป็น 5 ระดับชั้นคุณภาพตามลำดับความสำคัญในการควบคุมระบบนิเวศน์ของลุ่มน้ำ โดยใช้หลักเกณฑ์และสมการคณิตศาสตร์ในข้อ 2 เป็นองค์ประกอบในการกำหนดชั้นคุณภาพ ซึ่งในแต่ละชั้นคุณภาพมีคำนิยามและลักษณะดังต่อไปนี้

3.1 พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำที่ควรจะต้องสงวนรักษาไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารโดยเฉพาะ เนื่องจากมีลักษณะและสมบัติที่อาจมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ง่ายและรุนแรง โดยมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าดัชนีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่คำนวณได้จากสมการน้อยกว่า 1.50 ไม่ว่าพื้นที่จะมีป่าหรือไม่มีป่าปกคลุมก็ตาม

ในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 จะแบ่งออกเป็น 2 ระดับชั้นย่อยคือ

1) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 A หมายถึงพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ที่ยังคงมีสภาพป่าสมบูรณ์ปรากฏอยู่ในปี พ.ศ.2525 ซึ่งจำเป็นจะต้องสงวนรักษาไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารและเป็นทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ

2) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 B หมายถึง พื้นที่ในลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ซึ่งสภาพป่าส่วนใหญ่ในพื้นที่ได้ถูกทำลาย ดัดแปลง หรือเปลี่ยนแปลงไปเพื่อพัฒนาการใช้ที่ดินรูปแบบอื่น ก่อนหน้าปี พ.ศ.2525 และการใช้ที่ดินหรือการพัฒนารูปแบบต่างๆ ที่ดำเนินการไปแล้วจะต้องมีมาตรการควบคุมเป็นพิเศษ

3.2 พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำซึ่งมีค่าดัชนีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่คำนวณได้จากสมการอยู่ระหว่าง 1.50 ถึงน้อยกว่า 2.21 โดยลักษณะทั่วไปมีคุณภาพเหมาะต่อการเป็นต้นน้ำลำธารในระดับรองลงมา และสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อกิจการที่สำคัญได้เช่น การทำเหมืองแร่ เป็นต้น

3.3 พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำ ซึ่งมีค่าดัชนีชั้นคุณภาพที่คำนวณได้จากสมการอยู่ระหว่าง 2.21 ถึงน้อยกว่า 3.20 และพื้นที่โดยทั่วไปสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งกิจการทำไม้ เหมืองแร่ และปลูกพืชกสิกรรมประเภทไม้ยืนต้น

3.4 พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำ ซึ่งมีค่าดัชนีคุณภาพของลุ่มน้ำที่คำนวณได้จากสมการอยู่ระหว่าง 3.20 ถึงน้อยกว่า 3.99 และสภาพป่าได้ถูกบุกรุกแผ้วถาง เป็นที่ใช้ประโยชน์เพื่อกิจการพืชไร่เป็นส่วนมาก

3.5 พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 5 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำ ซึ่งมีค่าดัชนีคุณภาพลุ่มน้ำมากกว่า 3.99 ขึ้นไป ลักษณะโดยทั่วไปเป็นที่ราบหรือที่ลุ่ม หรือเนินลาดเอียงเล็กน้อย และส่วนใหญ่ป่าไม้ได้ถูกบุกรุกแผ้วถางเพื่อประโยชน์ด้านเกษตรกรรม โดยเฉพาะทำนาและกิจการอื่นๆ ไปแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นายนิวัติ อนงค์รักษ์

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 27 มิถุนายน 2505

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีการศึกษาที่จบ
ประกาศนียบัติมัธยมศึกษาตอนปลาย (สายวิทยาศาสตร์)	โรงเรียนอุทัยวิทยาคม จังหวัดอุทัยธานี	พ.ศ.2522
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	พ.ศ.2527

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved