เอกสารวิชาการฉบับที่ 88

ภูมิอากาศดิน

(SOIL CLIMATE)

โดย... เฉลียว แจ้งไพร

กองสำรวจและจำแนกดิน
กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ธันวาคม 2530

Create PDF by Nittaya Thanomklin

ภูมิอากาศดิน
(SOIL CLIMATE)

โดย.....เฉลียว แจ้งไพร

กองสำรวจและจำแนกดิน
กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารวิชาการ
ฉบับที่ 88
ธันวาคม 2530

คำนำการพิมพ์

เอกสารวิชาการเรื่องภูมิอากาศดิน ผู้เขียนได้รวบรวมความรู้เกี่ยวกับภูมิอากาศดินและความชื้นของดินที่ได้มีการศึกษาวิจัยภายในประเทศ และจากเอกสารวิชาการต่างประเทศเท่าที่จะหาได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสรุปสภาพภูมิอากาศดินของประเทศไทยที่ใช้เป็นบรรทัดฐานในการจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดินที่กรมพัฒนาที่ดินได้นำมาใช้ และเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง เพราะผลของการจำแนกดินตามระบบที่กล่าวสามารถใช้เป็นฐานในการถ่ายทอดเทคโนโลยี่ทางด้านการเกษตรได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้เพื่อสรุปหาทิศทางงานวิจัยด้านภูมิอากาศดิน ว่าควรดำเนินการไปในทิศทางใดที่ข้อมูลยังไม่เพียงพอและจำเป็นต้องทำการศึกษาวิจัยต่อไปเพื่อให้การจำแนกดินในประเทศไทยถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่ง ๆ ขึ้น

สารบัญ

		หน้า
1.	อุณหภูมิดิน (soil temperature regimes).....	2
	แหล่งที่มาของอุณหภูมิดิน	3
	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดิน.....	3
	ปัจจัยที่ควบคุมและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดิน.....	3
	การวัดและคาดคะเนอุณหภูมิดิน.....	6
	การแบ่งระดับอุณหภูมิดิน.....	6
	อุณหภูมิดินในประเทศไทย.....	7
2.	ความชื้นในดิน (soil moisture regimes).....	14
	ความลึกของดินที่ใช้เป็นมาตรฐานในการพิจารณาความชื้นในดิน.....	15
	ระดับความชื้นในดิน.....	15
	สภาพความชื้นของดินในประเทศไทย.....	18
	ปัญหาเกี่ยวกับการพิจารณาระดับความชื้นของดินในประเทศไทย.....	19
3.	สรุปภูมิอากาศดินในประเทศไทย.....	22
4.	เอกสารอ้างอิง.....	23

ภูมิอากาศดิน

(Soil Climate)

****

ภูมิอากาศดิน หมายถึงภูมิอากาศที่อยู่ใต้ผิวดินลงไปข้างล่าง ซึ่งรวมถึงอุณหภูมิดิน (soil temperature regimes) และความชื้นของดิน (soil moisture regimes) ภูมิอากาศดินทั้งสองอย่างที่กล่าวนี้นับว่ามีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งที่มีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน โดยเฉพาะสิ่งที่มีชีวิตขนาดเล็ก ได้แก่ พวกจุลินทรีย์ในดิน ภูมิอากาศในดิน เป็นสิ่งที่ควบคุมการเจริญเติบโตและกิจกรรมของสิ่งที่มีชีวิตในดิน ความชื้นของดินจะมีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของรากพืช ขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในดิน ส่วนอุณหภูมิในดินนั้นมีความสำคัญต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน และการเจริญเติบโตของรากพืชอีกด้วย จากความสำคัญของภูมิอากาศดินที่กล่าวมานี้เอง นักวิทยาศาสตร์ทางด้านการจำแนกดิน(Pedologist) จึงใช้ภูมิอากาศดินเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งในหลายอย่างเป็นบรรทัดฐาน (criteria) ในการจำแนกดินโดยเฉพาะการจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy) ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นใช้ครั้งแรกในสหรัฐอเมริกาเมื่อปี ค.ศ.1960 และได้พิมพ์ออกเผยแพร่อย่างกว้างขวางในปี ค.ศ. 1975 ในการจำแนกดินตามระบบที่กล่าวนี้ได้ใช้ระดับความชื้นในดิน(soil moisture regimes) เป็นบรรทัดฐานในการจำแนกดินจากอันดับ (order) เป็นอันดับย่อย (suborder) ยกเว้นดินในอันดับ Vertisols, Histosols และ Aridisols และใช้ระดับภูมิอากาศดิน (soil temperature regimes) เป็นบรรทัดฐานอย่างหนึ่งในการจำแนกดินในระดับวงศ์ (family)

สำหรับประเทศไทยข้อมูลทางด้านภูมิอากาศดินมีอยู่น้อย ทำการศึกษายังไม่กว้างขวางเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของอากาศ (air climate) ซึ่งมีอยู่ค่อนข้างมาก ดังนั้นในเอกสารวิชาการฉบับนี้จึงได้พยายามรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศดินเท่าที่พอจะหาได้มาสรุปและสามารถใช้ในการคาดคะเนภูมิอากาศดิน เพื่อประโยชน์ในการจำแนกดินในประเทศไทยให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

การศึกษาวิจัยทางด้านภูมิอากาศดินเท่าที่ทำมาแล้วในประเทศไทย และเป็นข้อมูลที่นำมาประกอบในการจัดทำเอกสารวิชาการนี้ได้แก่ ข้อมูลการศึกษาของเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทางทหารของสหรัฐอเมริกา (U.S. Advanced Research Project Agency) ที่ได้ทำการศึกษาภูมิอากาศดินในประเทศไทย และข้อมูลของกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยภูมิอากาศดินในบางจังหวัดของประเทศไทย แต่ก็ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะสรุปผลให้ชัดเจนลงไปได้ จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมอีกมาก แต่อย่างไรก็ตามผู้เขียนก็ได้พยายามหาเอกสารอ้างอิงและข้อมูลจากแหล่งอื่นเพิ่มเติม นำมาใช้เป็นข้อมูลในการวินิจฉัยเพื่อแปลผล(interpretation) ออกมาใช้และพยายามศึกษาเปรียบเทียบภูมิอากาศเหนือดินกับภูมิอากาศในดินเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกัน

ดังที่กล่าวมาแล้วข้อมูลภูมิอากาศดินที่นำมาใช้ในการจำแนกดินนั้น ได้แก่ อุณหภูมิในดินและความชื้นของดิน ในเอกสารฉบับนี้จึงขอกล่าวเฉพาะสภาพและการแบ่งระดับอุณหภูมิ และความชื้นในดินเท่านั้น

<u>อุณหภูมิดิน</u> (soil temperature regimes)

อุณหภูมิของดินนับว่าเป็นคุณสมบัติสำคัญอย่างหนึ่ง เพราะเป็นสิ่งที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและการเกิดของดินโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดของดิน กิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งที่มีชีวิตในดินจะดำเนินไปได้ไม่ดี ถ้าอุณหภูมิในดินต่ำกว่าจุดแข็งตัวของน้ำในดินที่มีอุณหภูมิต่ำคือ ระหว่าง 0 - 5 องศาเซลเซียส รากพืชส่วนใหญ่จะไม่เจริญและเมล็ดพืชไม่สามารถจะงอกได้ โดยปกติแล้วพืชแต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิเฉพาะที่เหมาะแก่การเจริญงอกงาม เช่นตัวอย่างพืชในแถบซั้วโลกเหนือจะขึ้นได้ในอุณหภูมิต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส ส่วนเมล็ดพืชในแถบร้อนจะขึ้นได้ดีในดินที่มีอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า ฉะนั้นจึงเห็นได้ว่าอุณหภูมิในดินมีความสำคัญต่อพืชตั้งแต่เมล็ดพืชถูกฝังลงไปในดิน ถ้าดินมีอุณหภูมิต่ำพืชจะงอกช้า ความช้าเร็วของการงอกของเมล็ดพืชเมื่อมองในแง่เศรษฐกิจแล้วนับว่ามีความสำคัญ เพราะถ้างอกเร็วระยะเวลาการเก็บเกี่ยวจะสั้นเข้า การช่วยเพิ่มอุณหภูมิในดินจะช่วยทำให้เมล็ดพืชงอกเร็ว พืชแต่ละชนิดจะมีจุดที่เรียกว่า จุดอุณหภูมิดินเหมาะสม (optimum soil temperature)

ในการงอกของเมล็ดและการเจริญของรากพืช ฉะนั้นในการหาเปอร์เซนต์ความงอกของเมล็ด จึงได้มีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อให้เหมาะกับชนิดของพืช นอกจากนี้อุณหภูมิในดินยังมีอิทธิพลต่อจุลินทรีย์ในดินอีกด้วย จุลินทรีย์ในดินแต่ละชนิดจะเจริญงอกงามได้ดีในดินที่มีอุณหภูมิเฉพาะ เช่นเดียวกับพืชและสัตว์ จึงเห็นได้ว่าอุณหภูมิในดินมีความสำคัญต่อขบวนการทางชีววิทยา ทางเคมี และทางภายภาพของดิน

<u>แหล่งที่มาของอุณหภูมิในดิน</u> อุณหภูมิในดินมีแหล่งที่มาดังนี้

1. ได้จากแหล่งใจกลางของโลก
2. ได้จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินโดยจุลินทรีย์
3. ได้จากดวงอาทิตย์ซึ่งนับว่าเป็นแหล่งมาที่สำคัญที่สุด

<u>การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในดิน</u> อุณหภูมิในดินมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เรื่อย ๆ คือเปลี่ยนแปลงวันต่อวัน ฤดูกาลต่อฤดูกาล หรือแม้แต่แตกต่างกันระหว่างชั้นดิน แต่อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงมากน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เป็นต้นว่า เมฆ พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม ความยาวของกลางวัน สีของดิน ความลาดเทของพื้นที่ ความชื้นในดิน การหมุนเวียนของอากาศที่ผิวดิน อุณหภูมิของน้ำฝน การให้น้ำชลประทาน ตลอดทั้งระดับน้ำใต้ดิน ความชื้นในดินนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมากที่ช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในดิน ถ้าดินมีความชื้นแตกต่างกันแล้วมักจะทำให้อุณหภูมิในดินแตกต่างกันด้วย ตัวอย่างเช่น ความร้อนเฉพาะของดินบน (specific heat) ที่มีเนื้อละเอียดปานกลางและดินมีความชื้นที่ field capacity จะมีอุณหภูมิสูงกว่าดินที่มีลักษณะเนื้อดินเดียวกันแต่ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉา (wilting point) ประมาณ $\frac{1}{2}$ เท่า เพราะน้ำเป็นสื่อนำความร้อน (thermal conductivity) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในดินจะมีมากที่ผิวดิน และการเปลี่ยนแปลงจะน้อยลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้นถ้าลึกลงไปประมาณ 9 เมตร อุณหภูมิจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยปกติแล้วอุณหภูมิในดินจะเปลี่ยนแปลงประมาณ $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียสต่อความลึกเพิ่มขึ้น 10 ซม. ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล จะเปลี่ยนแปลงไปทางบวกในฤดูหนาวและไปในทางลบในฤดูร้อน

<u>ปัจจัยที่ควบคุมอุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดิน</u> มีปัจจัยหลายอย่างที่มีส่วนเกี่ยวข้องพอสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะบรรยากาศ (nature of the atmsphere) เป็นที่ทราบกันแล้วว่าในบรรยากาศมีไอน้ำและฝุ่นละอองมากจะดูดความร้อนไว้ได้มาก พลังงานจากแรงดวงอาทิตย์(radiant energy) ที่ลงมาที่ผิวโลกจะน้อยลง เพราะถูกดูดเอาไว้จะทำให้อุณหภูมิในดินต่ำและมีการเปลี่ยนแปลงน้อย

2. เส้นรุ้งและความลาดเทของพื้นที่ (latitude and slope) มุมที่แสงอาทิตย์ตกลงมาที่ผิวโลกมีผลกระทบต่อพลังงานที่ดินได้รับต่อเนื้อที่ ถ้าแสงตกลงมาไม่ตั้งฉากกับผิวโลกจะมีพลังงานความร้อนน้อยกว่าบริเวณที่แสงตกลงมาตั้งฉาก ผลกระทบจากเส้นรุ้งจะเห็นได้ชัดจากอุณหภูมิที่ขั้วโลกและบริเวณศูนย์สูตรแสงที่ส่องลงมาจากดวงอาทิตย์ที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะตั้งฉากกับผิวโลก ทำให้ผิวโลกได้รับแสงอาทิตย์มากจึงทำให้อุณหภูมิดินสูงกว่าขั้วโลกทั้งสอง

ความลาดเทของพื้นที่ยังมีส่วนสำคัญเกี่ยวกับอุณหภูมิดินอีกด้วย จากการสังเกตอุณหภูมิดินในพื้นที่มีความลาดเทลงทางทิศใต้ (southern slope) จะมีอุณหภูมิสูงกว่าดินที่เกิดในพื้นที่ที่มีความลาดเอียงทางด้านเหนือ ซึ่ง Wollny ได้ทำการศึกษาและให้คำสนับสนุนข้อสังเกตุอันนี้ และยังได้พบว่าความผันแปรของอุณหภูมิในดินที่เกิดในพื้นที่ที่มีความลาดเทลงทางด้านใต้มีมากกว่าด้านเหนือ และยังได้พบอีกว่าถ้าความลาดเทของพื้นที่มากขึ้นความแตกต่างของอุณหภูมิในดินก็มากขึ้นด้วย แต่ทิศทางของความลาดเทมีส่วนเกี่ยวข้องมากกว่าความแตกต่างของความลาดเท (slope classes)

3. ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของพื้นที่ดินและน้ำ (distribution of land and water) จากการศึกษาได้พบว่าอุณหภูมิในดินในบริเวณที่เป็นเกาะ ดินจะมีอุณหภูมิสม่ำเสมอกว่าผืนแผ่นดินใหญ่ เนื่องจากเกาะมีน้ำล้อมรอบซึ่งเป็นตัวดูดความร้อนได้ดี และมีความร้อนเฉพาะสูง จึงเป็นตัวช่วยทำให้อุณหภูมิในดินคงที่และอีกอย่างหนึ่งบริเวณที่มีน้ำล้อมรอบจะมีไอน้ำมากกว่าบริเวณที่ไม่มีน้ำล้อมรอบ การมีไอน้ำมากทำให้ความร้อนที่ได้จากแสงอาทิตย์ที่ตกลงมายังพื้นดินมีปริมาณน้อยจึงทำให้อุณหภูมิในดินมีการเปลี่ยนแปลงน้อยด้วย

4. พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม (vegetative cover) ดินที่ไม่มีอะไรปกคลุมจะได้รับแสงแดดจากดวงอาทิตย์โดยตรงจะทำให้ดินมีอุณหภูมิสูง วันที่มีอุณหภูมิของอากาศต่ำดินจะเสียอุณหภูมิเร็ว ถ้าดินมีพืชขึ้นปกคลุมจะช่วยป้องกันไม่ให้ความร้อนจากดวงอาทิตย์ลงสู่ผิวดินมาก จึงทำให้อุณหภูมิในดินไม่เปลี่ยนแปลง พืชที่ขึ้นปกคลุมยังช่วยป้องกันการสูญเสียอุณหภูมิในดินอีกด้วย

5. คุณสมบัติของดิน (soil properties) คุณสมบัติของดินมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิดิน และการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมาก เป็นต้นว่า

5.1 สีของดิน (soil color) เราทราบแล้วว่าดินที่มีสีคล้ำยอมดูดความร้อนได้ดีกว่าดินที่มีสีจางในเมื่อแสงแดดส่องลงมาเท่า ๆ กัน ดินที่มีสีคล้ำจะมีอุณหภูมิสูงในฤดูร้อน ความผันแปรของอุณหภูมิในดินจะมีมากในดินสีคล้ำมากกว่าดินสีจาง ถ้าขุดลึกลงไปความแตกต่างของอุณหภูมิของดินสีคล้ำกับสีจางแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

5.2 ขึ้นอยู่กับความร้อนเฉพาะและความสามารถในการนำความร้อนของดิน (specific heat and heat conductivity) ดินที่มีความร้อนเฉพาะและความสามารถในการนำความร้อนสูง อุณหภูมิของดินจะเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

5.3 อินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter content) เป็นปัจจัยอันหนึ่งเพราะอินทรีย์วัตถุทำให้ดินร่วนซุย มีอากาศในช่องว่างระหว่างอนุภาคของดินมาก เมื่อมีช่องว่างมากจะทำให้ความสามารถในการนำความร้อนของดินลดน้อยลง และทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

5.4 ความชื้นในดิน (soil moisture) ดินที่มีความชื้นต่ำจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินที่มีความชื้นสูงเพราะน้ำมีความร้อนเฉพาะสูง และน้ำเป็นตัวนำความร้อนที่ดี จึงทำให้ดินมีความสามารถในการนำความร้อนสูงด้วย และทำให้อุณหภูมิในดินเปลี่ยนแปลงน้อย

5.5 เนื้อดิน (texture) จากการศึกษาได้พบว่าดินเหนียวมีอุณหภูมิสูงกว่าดินทราย เพราะส่วนมากดินเหนียวมีสีคล้ำกว่าและช่องว่างของดินทรายมีอากาศมากกว่า จึงมีความสามารถในการนำความร้อนต่ำ ฉะนั้นจะเห็นว่าดินเหนียวที่แห้งเวลาหยดน้ำลงไปจะเกิดความร้อน (heat of wetting) มากกว่าดินทราย

5.6 โครงสร้างของดิน (structure) ดินที่มีโครงสร้างเป็นแบบก้อนกลมๆ (granular) จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินที่ไม่มีโครงสร้างทึบ (massive) เนื่องจากดินที่ไม่มีโครงสร้างมีอากาศน้อยกว่าดินพวกที่มีโครงสร้างเป็นก้อนกลม ๆ ฉะนั้นดินพวกที่ไม่มีโครงสร้างจึงมีความสามารถในการนำความร้อนสูง

6. ระดับน้ำใต้ดิน (ground water table) ดินที่มีระดับน้ำใต้ดินต่ำอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงมากกว่าดินที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้น

การวัดและการคาดคะเนอุณหภูมิดิน

อุณหภูมิดินมีส่วนสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศ โดยปกติแล้วมีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่อันไหนจะมากกว่ากันนั้นขึ้นอยู่กับฤดูกาล และปัจจัยที่ควบคุมอุณหภูมิดินที่กล่าวมาแล้ว โดยปกติแล้วการวัดอุณหภูมิดินที่จะใช้ในการจำแนกดินระดับ family จะวัดที่ความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร วัดโดยการเจาะเป็นรูแล้วใช้ปรอทวัดเช่นเดียวกับการวัดอุณหภูมิภูมิอากาศ แต่การวัดอุณหภูมิดินนี้ต้องใช้เวลามาก ฉะนั้นในบางแห่งเขาจึงใช้การคาดคะเนเอาจากอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศ เช่น ในสหรัฐอเมริกาเขาสามารถจะคาดคะเนอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของดินได้โดยเอาอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของอากาศบวกด้วยหนึ่งจะเป็นอุณหภูมิของดิน ถ้าในฤดูร้อนดินที่มีการระบายน้ำดีใช้ในการเพาะปลูกหรือหญ้าขึ้นปกคลุมสามารถจะประมาณอุณหภูมิดินได้โดยเอา 0.6 องศาเซลเซียสลบออกจากอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในฤดูร้อน

การคาดคะเนอุณหภูมิเฉลี่ยของดินชั้นใดชั้นหนึ่งในฤดูร้อนสามารถจะประมาณได้โดยการเอา 0.6 องศาเซลเซียสบวกหรือลบออกจากอุณหภูมิเฉลี่ยของฤดูเดียวกัน ถ้าชั้นดินที่อยู่เหนือความลึก 50 ซม. ขึ้นมาให้บวกด้วย 0.6 องศาเซลเซียสทุก ๆ 10 ซม. และถ้าลึกกว่า 50 ซม.ลงไปให้ลบด้วย 0.6 องศาเซลเซียสทุก ๆ 10 ซม. เช่นเดียวกัน สำหรับในฤดูหนาวสามารถหาได้โดยการคาดคะเนแบบเดียวกันกับฤดูร้อน ในการวัดอุณหภูมิของดินภายหลังฝนตกหนักที่ความลึก 50 ซม. ควรจะทำหลังจาก 48 ซม.แล้ว

สำหรับในประเทศไทย คำรณ ไทรฟัก และคณะ ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศดินกับอุณหภูมิอากาศ และสรุปไว้ดังนี้

อุณหภูมิดิน ($^{\circ}$ซ) = 2.17 + 0.9396 × อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยประจำวัน ($^{\circ}$ซ)

จากสัมการที่กล่าวข้างบนนี้สามารถใช้คาดคะเนอุณหภูมิดินที่ความลึก 50 ซม. ได้

อุณหภูมิดิน ในการจำแนกดินในระดับ family นั้น ได้ใช้อุณหภูมิดินเป็นบรรทัดฐานอย่างหนึ่ง ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ทางการจำแนกดินได้แบ่งชั้นของอุณหภูมิดินโดยอาศัยอุณหภูมิดินเฉลี่ยตลอดปี และความแตกต่างของอุณหภูมิดินเฉลี่ยระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวมาเป็นตัวกำหนดชั้นของอุณหภูมิดังที่แสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 1 : แสดงชั้นของอุณหภูมิดิน (Soil Taxonomy, 1975)

อุณหภูมิดินเฉลี่ยตลอดปี °ซ	ชั้นของอุณหภูมิดิน	
	ความแตกต่างอุณหภูมิดินฤดูร้อนและฤดูหนาว ≥5 °ซ	ความแตกต่างอุณหภูมิดินฤดูร้อนและฤดูหนาว <5 °ซ
< 8	Frigid	Isofrigid
8 - 15	Mesic	Isomesic
15 - 22	Thermic	Isothemic
> 22	Hyperthermic	Isohyperthemic
< 0	Pergelic	-
0 - 8	Cryic	Isofrigid

อุณหภูมิดินในประเทศไทย

เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิดินในประเทศไทยมีจำกัดไม่เหมือนกับข้อมูลของอุณหภูมิของอากาศ เราจึงไม่สามารถจะสรุปได้แน่นอนลงไปได้ว่าดินของเราจะอยู่ในระดับไหนของการแบ่งแยกอุณหภูมิของดิน ตามที่กล่าวมาแล้วข้างบนนี้ และอีกอย่างหนึ่งสภาพภูมิอากาศของประเทศแถบร้อน เช่น ประเทศไทยแตกต่างกับของสหรัฐอเมริกาและยุโรป เพราะเราไม่มีสภาพอากาศที่แบ่งกันอย่างชัดเจนระหว่างฤดูหนาวกับฤดูร้อน แต่เราจะมีฤดูฝน (wet season) กับฤดูแล้ง (dry season) ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ฉะนั้นการวัดอุณหภูมิของดินที่จะหาความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างฤดูหนาวกับฤดูร้อน ควรจะใช้อุณหภูมิเฉลี่ยของฤดูฝนกับฤดูแล้งแทนจะเหมาะกว่า แต่อย่างไรก็ตามในประเทศไทยเรามีข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิดินอยู่บ้าง ซึ่งทำการศึกษาโดยเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทางทหารของสหรัฐ (U.S. Advanced Research Project Agency) ได้ทำการศึกษาอุณหภูมิดินในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย ที่จังหวัดพระนคร ลพบุรี นครสวรรค์ เชียงใหม่ ขอนแก่น จันทบุรี ปราณบุรี มีทั้งหมด 17 แห่ง ได้ทำการวัดอุณหภูมิประจำวันเป็น 2 ระยะคือ ในเดือนมิถุนายน กรกฎาคมและสิงหาคม ตัวเลขที่ได้ใช้แทนฤดูร้อน (summer) และในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ ตัวเลขที่ได้ใช้แทนฤดูหนาว (winter) การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินในปี 2507 - 2508

การวัดอุณหภูมิประจำวันของดินในบริเวณที่ทำการศึกษาได้วัดที่ความลึก 16.5 นิ้ว แต่ปกติแล้วการหาอุณหภูมิดินที่จะนำมาใช้กับการจำแนกดินระบบใหม่วัดที่ความลึก 20 นิ้ว (50 ซม.) แต่อย่างไรก็ตามการวัดที่ความลึก 16.5 นิ้ว คงจะไม่ทำให้อุณหภูมิแตกต่างกับที่ความลึก 20 นิ้วมากนัก ตัวเลขต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดอุณหภูมิดินในบริเวณต่าง ๆ ที่กล่าวนำมาสรุปไว้ในตารางที่3

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิดินที่วัดในจังหวัดต่าง ๆ ที่กล่าวจำนวน 17 แห่ง พอสรุปผลได้ดังนี้

1. ส่วนใหญ่อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของอากาศจะสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของดินที่วัดที่ความลึก 16.5 นิ้ว

2. ความแตกต่างของอุณหภูมิในดินระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้งมีส่วนสัมพันธ์กับสภาพการระบายน้ำของดิน ในดินที่มีการระบายน้ำดีอุณหภูมิของดินจะแตกต่างกันมากระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้งกว่าดินที่มีการระบายน้ำเลวหรือใช้ทำนา

3. เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศกับของดิน ในฤดูฝนและฤดูแล้งจะเห็นว่าในฤดูฝนอุณหภูมิของดินกับอากาศไม่แตกต่างกันมาก แต่ในฤดูแล้งดินที่มีการระบายน้ำเลวหรือใช้ทำนา จะแตกต่างกันมากและไปในทางบวก

4. ดินในประเทศไทยที่มีการระบายน้ำดีและค่อนข้างดีความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างฤดูร้อน (ฤดูฝน) กับฤดูหนาว (ฤดูแล้ง) จะน้อยกว่า 5 องศาเซลเซียสเป็นส่วนใหญ่ และดินมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีสูงกว่า 22 องศาเซลเซียส ฉะนั้นจึงจัดชั้นอุณหภูมิดินอยู่ในพวก isohyperthermic แต่มีบางแห่ง (site) ที่อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างฤดูหนาวกับฤดูร้อนต่างกันเกินกว่า 5 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีสูงกว่า 22 องศาเซลเซียส จึงจัดเข้าในพวก hyperthermic

สำหรับดินพวกที่มีการระบายน้ำเลวที่ใช้ในการทำนาจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวแตกต่างกันเกินกว่า 5 องศาเซลเซียสเป็นส่วนใหญ่ และมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีสูงกว่า 22 องศาเซลเซียส จึงจัดเข้าเป็นพวก hyperthermic

แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาอุณหภูมิดินของ คำรณ ไทรฟักและคณะ ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้สรุปไว้ว่าอุณหภูมิดินทั้งดินที่มีการระบายน้ำดีมาก ดี ค่อนข้างดี ค่อนข้างเลว และการระบายน้ำเลว จัดอยู่ในพวก isohyperthermic คือมีอุณหภูมิดินเฉลี่ยตลอดปีที่ความลึก

50 ซม. สูงกว่า 22 ° องศาเซลเซียส และอุณหภูมิดินเฉลี่ยระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อนแตกต่างกันไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส ฉะนั้นจากตัวเลขการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงพอสรุปได้ว่าการจำแนกดินในประเทศไทยในระดับ family โดยอาศัยชั้นอุณหภูมิดิน(soil temperature regime classes) นั้น ดินทุกชุดจึงจัดอยู่ในพวก isohyperthermic ทั้งหมด แต่ควรจะได้มีการศึกษาวิจัยอุณหภูมิดินให้มากกว่านี้เพื่อยืนยันผลการวิจัยที่ได้ทำมาแล้ว เพราะในบางจังหวัดโดยเฉพาะดินที่มีการระบายน้ำเลวยังมีตัวเลขที่แสดงว่าค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของดินระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อนมีค่าแตกต่างกันเกินกว่า 5 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยของดินตลอดปีจะสูงกว่า 22 องศาเซลเซียส ซึ่งจัดอยู่ในพวก hyperthermic นอกจากที่กล่าวแล้วควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิดิน รวมทั้งการศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดินในความลึกต่าง ๆ (soil temperature gradient) ด้วย

ตารางที่ 2 : แสดงถึงชุดดิน ลักษณะพื้นที่ และพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมที่ใช้เป็นจุดในการวัดอุณหภูมิดิน

จังหวัด	ชุดดิน	ความสูงเฉลี่ยจากระดับน้ำทะเล(ฟุต)	ลักษณะพื้นที่		สภาพการระบายน้ำ	พืชพรรณและการใช้ประโยชน์
			% ความลาดเท	ทิศทางการลาดเท		
กรุงเทพฯ	บางกอก	5	0 - 1	-	เลว	นาร้าง
ลพบุรี :จุดที่ 1	ท่าตะโก	187	0 - 1	-	เลว	พืชไร่
จุดที่ 2	ปากช่อง	207	0 - 1	-	ดี	ทุ่งหญ้า
จุดที่ 3	ปากช่อง	279	6	ด้านตะวันออก	ดี	พืชไร่
จุดที่ 4	ท่าตะโก	131	0 - 1	-	เลว	ทุ่งหญ้า-วัชชพืช
จุดที่ 5	ท่าเรือ	148	0 - 1	-	เลว	ทุ่งหญ้า-วัชชพืช
นครสวรรค์	ปากช่อง	110	0 - 1	-	ดี	นาข้าวร้าง
เชียงใหม่ : จุดที่ 1	ลำปาง	1030	0 - 1	-	ค่อนข้างเลว - เลว	นาร้าง
จุดที่ 2	แม่ริม	1060	4	ตะวันตกเฉียงใต้	ดี	ป่าโปร่ง
จุดที่ 3	ลำปาง	1020	0 - 1	-	ค่อนข้างเลว - เลว	นาร้าง
ขอนแก่น จุดที่ 1	โคราช	548	0 - 1	-	ค่อนข้างเลว	นาร้าง
จุดที่ 2	ร้อยเอ็ดตำ	538	0 - 1	-	ค่อนข้างเลว	นาร้าง
จุดที่ 3	ร้อยเอ็ดทราย	525	0 - 1	-	ค่อนข้างเลว	นาร้าง
ปราณบุรี ประจวบฯ	หัวหิน	23	0 - 1	-	ดีมาก	ทุ่งหญ้า-วัชชพืช
จันทบุรี :จุดที่ 1	ตราด	33	3	ตะวันออก	ดี	ทุ่งหญ้า ไม้พุ่ม-วัชชพืช
จุดที่ 2	ท่าใหม่	69	6	ตะวันออกเฉียงใต้	ดี	ปลูกไม้ผล
หาดใหญ่ สงขลา	สะเดา	49	0 - 1	-	ดี	วัชชพืช-ไม้ยืนต้น

ตารางที่ 3 : แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิดินวัดในจังหวัดต่าง ๆ 7 แห่ง (ระหว่างปี 2507-2508)

จังหวัด/ช่วงเดือนที่วัดอุณหภูมิ (°ซ)	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย (°ซ)	ความลึกของดินที่วัดอุณหภูมิ (นิ้ว)					
		1.5	4.5	7.5	10.5	13.5	16.5
กรุงเทพฯ							
มิถุนายน-สิงหาคม	29.3	28.8	28.9	30.1	30.5	30.4	29.4
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	26.0	22.5	22.4	23.7	24.5	24.8	23.8
เฉลี่ยตลอดปี	28.2	26.9	26.9	28.0	28.7	28.7	27.6
ลพบุรี (จุดที่ 1)							
มิถุนายน-สิงหาคม	29.4	27.6	14.8	29.7	28.7	28.0	27.2
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	27.3	23.6	26.2	27.2	26.6	26.3	25.6
เฉลี่ยตลอดปี	29.3	26.6	28.6	29.0	28.3	27.7	27.0
ลพบุรี (จุดที่ 2)							
มิถุนายน-สิงหาคม	30.9	28.9	29.9	29.9	28.2	29.1	28.2
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	27.3	24.2	25.2	25.6	23.9	25.2	24.4
เฉลี่ยตลอดปี	29.7	27.0	28.0	28.1	26.5	27.5	26.7
ลพบุรี (จุดที่ 3)							
มิถุนายน-สิงหาคม	30.2	27.1	27.4	27.5	30.0	30.7	23.8
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	26.5	24.3	26.9	25.5	27.0	27.3	23.8
เฉลี่ยตลอดปี	29.0	26.2	27.6	26.8	28.7	29.2	25.4
ลพบุรี (จุดที่ 4)							
มิถุนายน-สิงหาคม	30.6	26.3	27.1	27.1	27.5	28.1	26.4
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	26.0	23.4	23.7	23.9	24.6	24.9	23.5
เฉลี่ยตลอดปี	29.0	25.8	26.0	26.3	26.8	27.3	25.5
ลพบุรี (จุดที่ 5)							
มิถุนายน-สิงหาคม	31.3	23.8	26.7	27.1	26.7	27.3	27.8
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	26.2	21.8	24.4	24.9	24.8	25.3	25.8
เฉลี่ยตลอดปี	29.4	23.8	26.3	26.7	26.3	26.9	27.3

ตารางที่ 3 (ต่อ)

จังหวัด/ช่วงเดือนที่วัดอุณหภูมิ (°ซ)	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย(°ซ)	ความลึกของดินที่วัดอุณหภูมิ (นิ้ว)					
		1.5	4.5	7.5	10.5	13.5	16.5
นครสวรรค์							
มิถุนายน-สิงหาคม	29.4	27.5	28.5	29.0	29.5	29.7	30.3
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	23.8	22.7	24.5	25.6	26.4	26.4	26.9
เฉลี่ยตลอดปี	27.9	26.1	27.5	28.2	28.8	28.8	29.4
เชียงใหม่(จุดที่ 1)							
มิถุนายน-สิงหาคม	30.3	25.8	26.9	27.5	27.2	27.8	27.7
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	24.6	17.7	19.5	20.2	19.9	21.2	20.8
เฉลี่ยตลอดปี	28.6	22.4	23.8	24.5	24.7	24.9	24.9
เชียงใหม่(จุดที่ 2)							
มิถุนายน-สิงหาคม	30.5	26.5	26.5	27.5	28.1	29.0	28.7
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	23.9	20.4	20.8	22.4	23.6	24.2	24.3
เฉลี่ยตลอดปี	28.4	24.6	25.3	27.3	27.3	28.1	28.0
เชียงใหม่(จุดที่ 3)							
มิถุนายน-สิงหาคม	31.0	24.6	26.7	27.7	27.2	27.2	27.2
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	23.3	14.5	18.5	19.9	19.4	19.7	19.6
เฉลี่ยตลอดปี	27.8	19.8	23.8	24.9	24.3	24.5	24.4
ขอนแก่น(จุดที่ 1)							
มิถุนายน-สิงหาคม	30.2	27.1	27.9	27.7	28.8	28.2	29.6
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	24.5	21.4	23.1	23.5	24.9	24.3	26.1
เฉลี่ยตลอดปี	28.1	24.9	25.9	26.0	27.0	26.6	28.1
ขอนแก่น(จุดที่ 2)							
มิถุนายน-สิงหาคม	29.0	27.4	27.3	28.2	28.3	27.9	27.3
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	24.3	20.0	20.3	20.7	21.6	27.2	20.6
เฉลี่ยตลอดปี	28.2	24.6	24.6	25.4	25.5	25.2	24.5

ตารางที่ 3 (ต่อ)

จังหวัด/ช่วงเดือนที่วัดอุณหภูมิ (°ซ)	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย (°ซ)	ความลึกของดินที่วัดอุณหภูมิ (นิ้ว)					
		1.5	4.5	7.5	10.5	13.5	16.5
ขอนแก่น (จุดที่ 3)							
มิถุนายน-สิงหาคม	30.2	25.9	26.7	28.5	28.7	28.8	28.6
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	24.0	18.9	19.7	21.4	21.9	22.2	22.5
เฉลี่ยตลอดปี	27.8	23.7	23.9	25.8	25.9	26.2	26.2
ปราณบุรี ประจวบคีรีขันธ์							
มิถุนายน-สิงหาคม	30.2	27.7	29.0	28.7	30.5	31.4	30.5
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	26.3	23.9	26.0	26.9	27.5	28.2	27.5
เฉลี่ยตลอดปี	28.6	26.4	27.9	27.8	29.6	30.5	29.6
จันทบุรี (จุดที่ 1)							
มิถุนายน-สิงหาคม	29.0	25.5	27.5	28.1	28.7	27.5	26.9
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	31.1	20.2	22.7	23.4	24.1	22.8	22.4
เฉลี่ยตลอดปี	30.2	23.7	25.7	26.4	27.0	25.6	25.3
จันทบุรี (จุดที่ 2)							
มิถุนายน-สิงหาคม	28.2	27.9	28.3	27.8	28.9	28.3	29.0
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	27.1	23.8	24.9	25.2	26.0	25.5	26.3
เฉลี่ยตลอดปี	28.5	25.9	27.1	27.0	27.8	27.3	28.1
หาดใหญ่ สงขลา							
มิถุนายน-สิงหาคม	27.3	25.8	26.7	26.5	27.0	26.8	27.1
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	26.1	24.5	25.3	25.2	25.8	25.8	26.2
เฉลี่ยตลอดปี	27.0	25.5	26.4	26.3	26.7	26.5	26.8

ที่มา : Rice,O.W, 1969, Notes on Soil Temperature Regimes in Thailand, SSR-79, Soil Survey Division, Department of Land Development, Bangkok.

ความชื้นในดิน

(soil moisture regimes)

สภาพของความชื้นในดินที่ใช้เป็นบรรทัดฐาน (criteria) ในการจำแนกดินจากอันดับดิน (order) เป็นอันดับดินย่อย (suborder) และจากระดับกลุ่มดิน(great group) เป็นกลุ่มดินย่อย (subgroup) ตามระบบการจำแนกดินแบบอนุกรมวิธาน (Soil Taxonomy, 1975) นั้น ให้หมายถึงความชื้นที่อยู่ในดินทั้งสภาพที่เป็นน้ำใต้ดินและน้ำที่อนุภาคของดินยึดไว้ด้วยแรงยึดระดับต่าง ๆ ฉะนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในแนวทางเดียวกัน จึงใคร่ให้คำจำกัดความของคำบางคำที่ใช้เกี่ยวกับความชื้นในดินตามความหมายในระบบการจำแนกดินแบบอนุกรมวิธานดินดังนี้

ดินแห้ง (dry soil) หมายถึงสภาพความชื้นในดินที่น้ำถูกยึดไว้รอบ ๆ อนุภาคของดินด้วยแรงยึดที่สูงกว่า 15-bar ซึ่งพืชส่วนใหญ่โดยทั่ว ๆ ไปไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อความชื้นของดินถึงระดับที่กล่าวนี้ พืชที่ปลูกมักมีอาการเหี่ยวเฉา (wilt) ชะงักการเจริญเติบโต ยกเว้นพืชทนแล้ง (Xerophytic plants) และไม้ยืนต้นที่มีรากลึก

ดินชื้น (moist soil) หมายถึงสภาพความชื้นที่ดินยึดน้ำไว้ด้วยแรงยึดต่ำกว่า 15-bar ซึ่งเป็นน้ำในดินที่เรียกว่า field capacity พืชส่วนใหญ่นำมาใช้ประโยชน์ได้ และพืชส่วนใหญ่จะไม่เกิดอาการเหี่ยวเฉาเมื่อดินอยู่ในสภาพความชื้นที่กล่าวนี้

ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) หมายถึงสภาพความชื้นที่ช่องว่างในดิน (soil pores) มีน้ำขังอยู่เต็ม 100 เปอร์เซนต์ในทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติอาจมีอากาศถูกกักไว้ (entrapped air) ในช่องว่างของดินด้วย

การแบ่งระดับความชื้นของดินเพื่อใช้ในการจำแนกดินทั้งในระดับอันดับย่อย (sub-order) และกลุ่มดินย่อย (subgroup) มีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้ประโยชน์ดินในการเพาะปลูกและการเลือกชนิดของพืช และนอกจากนี้สภาพความชื้นในดินยังมีความสัมพันธ์กับขบวนการต่างๆ ในการเกิดดิน และทำให้ดินมีลักษณะสัณฐาน (soil morphology) แตกต่างกันด้วย โดยเฉพาะการเกิดของลักษณะชั้นดินในหน้าตัดของดิน (soil profile)

ความลึกของดินที่ใช้เป็นมาตรฐานในการพิจารณาระดับความชื้นในดิน

(soil moisture control section)

ในการที่จะพิจารณาถึงสภาพความชื้นของดินว่าอยู่ในระดับไหนนั้นจะต้องมีการกำหนดช่วงของความลึกว่าจะวัดตรงไหน ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดความลึกของดินเอาไว้ตาม article size class ของดินแต่ละชนิดไว้ดังนี้

1. ดินพวก fine-loamy, silty และ clayey family ให้ใช้ความชื้นที่ความลึกระหว่าง 10 - 30 ซม.

2. ดินพวก coarse-loamy ที่มีชั้นอนุภาคดินเหนียวอยู่น้อยกว่า 18 เปอร์เซนต์ ให้ใช้ความลึกระหว่าง 20 - 60 ซม.

3. ดินพวก sandy family ให้ใช้ความลึกระหว่าง 30 - 90 ซม.

4. ดินพวกที่เป็น skeletal family ให้ใช้ความลึกเช่นเดียวกับ particle size class ที่กล่าวมาแล้วข้างบนนี้และลึกลงไปจนถึงชั้นที่มีหินหรือเศษหินที่ไม่ดูดน้ำหรือปลดปล่อยน้ำออกมาได้

ระดับความชื้นในดิน (classes of soil moisture regimes) ระดับหรือสภาพของความชื้นในดินที่ใช้เป็นบรรทัดฐาน (criteria) ในการจำแนกดินตามระบบอนุธานวิกรมดินนั้นได้แบ่งออกเป็น 5 ระดับ (classes of soil moisture regimes) ดังนี้

1. ความชื้นระดับ Aquic (L.aqua = water) หมายถึงระดับความชื้นที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำโดยไม่มีออกซิเจนละลายปนอยู่ สภาพการอิ่มตัวด้วยน้ำนี้จะต้องปรากฏเป็นประจำและเด่นชัดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งในรอบปี ลักษณะหน้าตัดของดินจะแสดงว่ามีร่องรอยของน้ำขังแฉะ (wetness) และมีจุดสีประ (Redox mottles) ซึ่งเนื่องจากสารพวกเหล็กและหรือแมงกานิสอยู่ในรูปที่ถูกลดออกซิเจน สีพื้นของดินจึงมักมีสีเทาหรือเทาอ่อน หรือในดินบางชนิดอาจมีจุดสีประที่มี chroma ต่ำ (2 หรือน้อยกว่า) เกิดขึ้นในหน้าตัดของดินเป็นปริมาณอย่างน้อย 50 เปอร์เซนต์ การที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำนี้ เนื่องมาจากน้ำใต้ดินหรือน้ำที่ขังอยู่ที่ผิวดิน ในบางกรณีดินจะอิ่มตัวด้วยน้ำเกือบตลอดปี เราเรียกความชื้นของดินระดับนี้ว่า Peraquic มักพบในบริเวณที่ลุ่มต่ำ และบึงหนอง (swampy lands) ซึ่งระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ใกล้ผิวดินหรือมีน้ำขังเกือบตลอดทั้งปี

2. ความชื้นระดับ Udic (L.udus = humid, ชุ่มชื้น) หมายความว่าในรอบปีหนึ่งๆ ความชื้นของดินภายในความลึกที่ใช้เป็นบรรทัดฐานในการพิจารณา (control section) จะไม่อยู่ในสภาพแห้ง (dry soil) ในส่วนใดส่วนหนึ่งนานเกินกว่า 90 วัน เมื่อนับรวมกันตลอดทั้งปี (cumulative days) แต่ถ้าในรอบปีอุณหภูมิดินเฉลี่ยต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส และความแตกต่างอุณหภูมิดินเฉลี่ยระหว่างฤดูหนาวและร้อนต่างกันเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า ดินในชั้นที่ใช้เป็นบรรทัดฐานในการพิจารณาจะต้องแห้งไม่เกิน 45 วันติดต่อกัน (consecutive days) ในระยะ 4 เดือนหลังวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้โลกที่สุด (summer solstice) ความชื้นระดับนี้จะพบในบริเวณอากาศแถบชุ่มชื้น (humid) ซึ่งมีการกระจายของฝนดี ตกสม่ำเสมอและตกในฤดูร้อนมีปริมาณเพียงพอ ที่ดินสามารถเก็บความชื้นไว้ได้มากกว่าปริมาณที่สูญเสียโดยการระเหยจากดินและจากทางใบของพืช

ถ้าบริเวณที่มีฝนตกมาก (precipitation) กว่าอัตราการระเหยของน้ำจากดินทุกเดือน ดินจะมีความชื้นติดต่อกันตลอดปี ความชื้นในระดับนี้เรียกว่า Perudic (L.per = throughout in time, L.udus = moist) แต่ความชื้นในระดับนี้มิได้นำมาใช้เป็นบรรทัดฐานในการจำแนกดิน ยังรวมอยู่ในระดับความชื้น "udic"

3. ความชื้นระดับ Ustic (L.Ustus = burnt, dryness) ความชื้นระดับนี้อยู่กึ่งกลางระหว่างความชื้นระดับ Aridic กับ Udic ดินจะมีความชื้นอยู่จำกัดต่อการเจริญเติบโตของพืชในบางช่วงเวลา และบางช่วงเวลาจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งความชื้นระดับนี้จะมีลักษณะข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

3.1 ถ้าอุณหภูมิดินเฉลี่ยในรอบปี 22 องศาเซลเซียสหรือมากกว่าหรืออุณหภูมิดินเฉลี่ยระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อนซึ่งวัดที่ความลึก 50 ซม.จากผิวดิน แตกต่างกันน้อยกว่า 5 องศาเซลเซียส ดินจะแห้งเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของ control section เป็นระยะเวลารวมกันแล้ว 90 วันหรือมากกว่าในรอบปี แต่จะต้องมีบางส่วนหรือทั้งหมดของcontrol section ที่อยู่ในสภาพชื้นรวมกันแล้วนานกว่า 180 วันในรอบปีหรืออย่างน้อย 90 วันติดต่อกันในรอบปี (consecutive days)

3.2 ถ้าอุณหภูมิดินเฉลี่ยในรอบปีน้อยกว่า 22 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิดินเฉลี่ยระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อน ซึ่งวัดที่ความลึก 50 ซม.จากผิวดิน แตกต่างกัน 5 องศาเซลเซียสหรือ

มากกว่า ดินจะแห้งเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของ control section เป็นระยะเวลารวมกัน 90 วัน หรือมากกว่าในรอบปี แต่ใน control section ทั้งหมดจะไม่แห้งนานกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาที่ดินมีอุณหภูมิสูงกว่า 5 องศาเซลเซียส ในระดับความลึก 50 ซม.จากผิวดิน(ถ้าแห้งนานเกินกว่าครึ่งหนึ่งจะเป็นความชื้นระดับ Aridic และ Torric) และใน control section ทั้งหมดจะต้องไม่แห้งติดต่อนานถึง 45 วันใน 4 เดือน จากวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ใกล้โลกที่สุดในฤดูร้อน และใน control section ทั้งหมดจะต้องไม่ชื้นติดต่อกันนาน 45 วันหรือนานกว่าในช่วง 4 เดือน จากวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ห่างโลกมากที่สุดในฤดูหนาว (winter solstice) มิฉะนั้นจะเป็นความชื้นระดับ Xeric

ความชื้นของดินระดับ Ustic จะพบในแถบร้อน ค่อนข้างร้อนหรือเขตที่มีอากาศแบบมรสุม (Moonsoon climate)

4. ความชื้นระดับ Aridic and Torric (L.aridus = dry, and L.torridus = hot and dry) ซึ่งความชื้นในระดับนี้จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

4.1 ในชั้นที่ใช้เป็น control section ทั้งหมดดินจะแห้งนานเกินครึ่งหนึ่ง (cumulative days) ของระยะเวลาหรืออุณหภูมิดินที่ความลึก 50 ซม. สูงกว่า 5 องศาเซลเซียส และ

4.2 ในบางส่วนหรือทั้งหมดของ control section จะต้องไม่ชื้น 90 วันติดต่อกัน (consecutive days) เมื่ออุณหภูมิดินที่ความลึก 50 ซม.สูงกว่า 8 องศาเซลเซียส

โดยปกติแล้วระดับความชื้นแบบ Arid และ Torric พบในภูมิอากาศแบบแห้งแล้ง (arid) และกึ่งแห้งแล้ง (semi-arid) ดังนั้นดินพวกนี้จึงมักมีคราบเกลือที่ละลายน้ำได้ปรากฏอยู่ที่ผิวดินบน เพราะมีปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอที่จะชะล้างเอาเกลือออกไปจากหน้าตัดของดิน

5. ความชื้นระดับ Xeric (Gr.Xeros = dry) พบในดินแถบเมดิเตอเรเนียน (Mediteranean climate) ในฤดูร้อนอบอุ่นและแห้ง ส่วนในฤดูหนาวจะชื้นและเย็น มีลักษณะดังต่อไปนี้

5.1 ในชั้นดินที่เป็น control section ทั้งหมดจะแห้งติดต่อกัน 45 วันหรือนานกว่าใน 4 เดือน หลังวันที่พระอาทิตย์อยู่ใกล้โลกมากที่สุด (summer solstice) และจะต้องชื้นทั้งหมดติดต่อกันนาน 45 วันหรือมากกว่าใน 4 เดือน หลังดวงอาทิตย์อยู่ห่างโลกที่สุด (winter solstice)

5.2 ในชั้น control section บางส่วนชั้นนานกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลา (cumulative days) เมื่ออุณหภูมิดินที่ความลึก 50 ซม. สูงกว่า 5 องศาเซลเซียส และดินจะต้องชื้นในบางส่วนติดต่อกันอย่างน้อย 90 วัน เมื่ออุณหภูมิดินที่ความลึก 50 ซม.สูงกว่า 8 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้อุณหภูมิดินเฉลี่ยตลอดปีต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวแตกต่างกัน 5 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า เมื่อวัดที่ความลึก 50 ซม. หรือเหนือชั้นหินขึ้นอยู่กับว่าชั้นไหนจะตื้นกว่ากัน

<u>สภาพความชื้นของดินในประเทศไทย</u>

จากการศึกษาวิจัยสภาพความชื้นของดินและการคาดคะเนโดยอาศัยปัจจัยเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ ระดับน้ำใต้ดิน การระบายน้ำของดิน จำนวนและการกระจายของฝน รวมทั้งพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม พอจะแบ่งสภาพหรือระดับความชื้นของดินในประเทศไทยออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. สภาพความชื้นแบบ Aquic พบในบริเวณที่ราบต่ำและที่ราบลุ่มของภาคต่าง ๆ ในช่วงฤดูฝนมีน้ำขังหรือมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้ผิวดินเป็นระยะเวลานานพอที่ทำให้เกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารบางชนิด เช่น เหล็ก แมงกานิส จะอยู่ในสภาพลดออกซิเจน (reduced forms) ทำให้หน้าตัดของดินเกิดมีจุดสีประ (Redox mottles) ดินจะมีสีเทาหรือเทาอ่อน มี chroma 2 หรือน้อยกว่า และค่า value 4 หรือสูงกว่า ภายในความลึก 75 ซม.จากผิวดินบน ซึ่งแสดงว่ามีน้ำขังแฉะ (wetness) ในหน้าตัดของดินเป็นระยะนานในรอบปี ดินที่อยู่ในสภาพความชื้นอย่างนี้ จะเป็นดินที่มีการระบายน้ำค่อนข้างเลวและระบายน้ำเลว ใช้ประโยชน์ในการปลูกข้าวเป็นส่วนใหญ่ และยังมีดินบางส่วนที่อยู่ในที่ลุ่มต่ำซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ที่ผิวดิน หรือใกล้ผิวดินเกือบตลอดทั้งปี สีของดินจะมีสีเทา เทาอ่อน หรือสีเทาปนน้ำเงิน สีเทาปนเขียว เกิดขึ้นภายใน 50 ซม.จากผิวดิน เป็นดินที่มีสภาพการระบายน้ำเลวมาก สภาพความชื้นของดินเหล่านี้เรียกว่า Peraquic พบมากในบริเวณที่ราบน้ำทะเลท่วมถึงในปัจจุบันพืชพรรณที่ขึ้นมักเป็นป่าชายเลน (mangrove forest) และบริเวณที่ราบลุ่มที่เป็นบึงหนองขนาดใหญ่ การใช้ประโยชน์นอกจากการปลูกข้าวแล้ว ยังใช้เป็นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (aquaculture)

2. สภาพความชื้นแบบ Udic พบในบริเวณดินดอน (upland soils) ตั้งแต่อำเภอบางสพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไปยังภาคใต้ทั้งหมด และพบในภาคตะวันออกตั้งแต่อำเภอแกลง

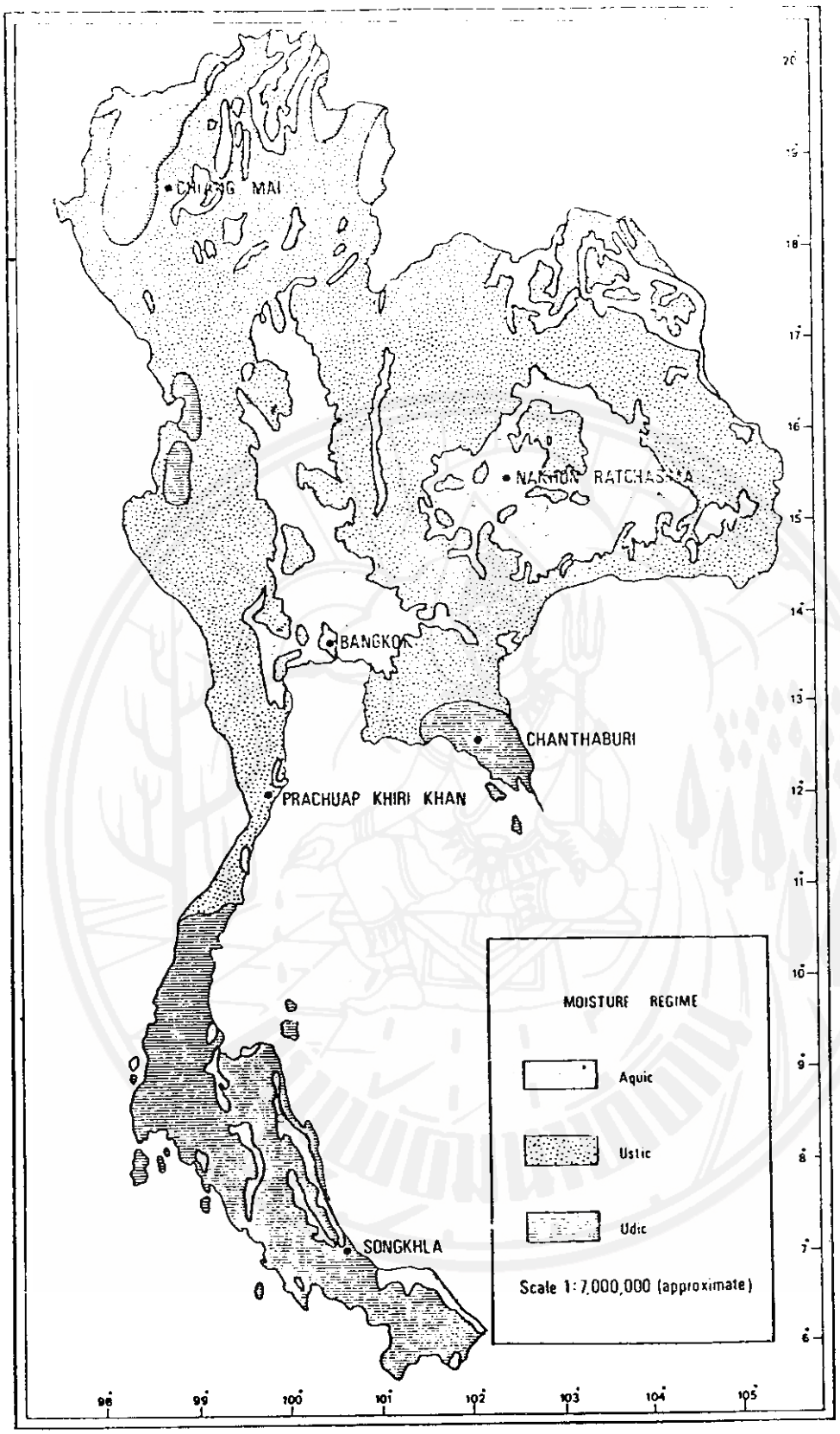
จังหวัดระยองลงไปถึงจังหวัดตราด จะเห็นได้ว่าดินที่มีความชื้นในสภาพนี้พบในบริเวณฝนตกชุก การกระจายของฝนค่อนข้างดีและสม่ำเสมอ ดังนั้นดินจะไม่แห้ง (dry soil) เมื่อนับรวมกันแล้วไม่เกิน 90 วัน (cumulative days) ในรอบปี นอกจากบริเวณที่กล่าวแล้วยังพบในภาคเหนือที่มีภูเขาสูงและมีพืชพรรณขึ้นปกคลุมหนาทึบ และภูเขานั้นจะมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 1,000 เมตร บางแห่งดินจะชื้นตลอดปีโดยเฉพาะบนยอดดอยอินทนนท์ ซึ่งจะเป็นความชื้นแบบPerudic

การระบายน้ำของดินที่อยู่ในสภาพความชื้นอย่างที่กล่าวมานี้เป็นพวกระบายน้ำค่อนข้างดีและดีเป็นส่วนใหญ่ ถ้ามีการใช้ประโยชน์จะใช้ปลูกยางพารา ปาล์มน้ำมัน และทำสวนผลไม้

3. สภาพความชื้นแบบ Ustic พบบริเวณที่ดินดอน (upland soils) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคที่ราบสูงตอนกลาง และภาคตะวันตก ดินที่มีสภาพความชื้นแบบนี้จะแห้งนับรวมกันแล้วเกิน 90 วันในรอบปี ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึกกว่า 75 ซม.จากผิวดินบนเกือบตลอดทั้งปี เป็นดินที่มีสภาพการระบายน้ำดีและค่อนข้างดีจนเกินไป ดังนั้นจะไม่ค่อยพบจุดสีประที่มี chroma ต่ำในระดับความลึก 75 ซม.ขึ้นมา ถ้าพบก็เพียงเล็กน้อย การใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล พืชผัก และปกคลุมไปด้วยป่าไม้ธรรมชาติ ถ้าไม่มีการชลประทานช่วยดินที่มีสภาพความชื้นแบบนี้จะใช้ในการเพาะปลูกเฉพาะช่วงฤดูฝน ส่วนฤดูแล้งดินมีความชื้นไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกมักเหี่ยวเฉาตายหรือให้ผลผลิตไม่ดี ยกเว้นพืชที่ทนแล้ง

<u>ปัญหาเกี่ยวกับการพิจารณาระดับความชื้นของดินในประเทศไทย</u>

ดังที่ได้กล่าวมาแต่ต้นแล้วว่าสภาพของความชื้นในดินได้นำมาเป็นบรรทัดฐาน (criteria) ในการจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน โดยเฉพาะในระดับ suborder และ subgroup แต่ยังมีปัญหาบางอย่างที่นักสำรวจดินในประเทศไทย รวมทั้งบางประเทศที่นำระบบการจำแนกดินนี้มาใช้ยังไม่สามารถที่จะคาดคะเนระดับความชื้นในดินได้ในบางรูปแบบ โดยเฉพาะสภาพความชื้นแบบ Aquic ที่ให้พิจารณาจากร่องรอยของการที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำและเกิดจุดสีประในหน้าตัดของดิน ยังมีปัญหาที่ถกเถียงกันอยู่ระหว่างนักสำรวจดินว่าระดับของการอิ่มตัวด้วยน้ำของดินควรมีระยะเวลายาวนานเท่าใด และปริมาณจุดสีประที่มี chroma ต่ำ (2 หรือน้อยกว่า) ว่าควรจะมีปริมาณมากน้อยเท่าใดที่ควรจำแนกในระดับ suborder ถึงแม้จะได้มีการกำหนดไว้ค่อนข้างชัดเจนใน Soil Taxonomy แต่ในทางปฏิบัติค่อนข้างยากในการคาดคะเนโดยเฉพาะดินบางชนิดในประเทศไทยได้เปลี่ยนสภาพการใช้ประโยชน์จากพืชที่ต้องการน้ำน้อย (unsubmerged condition) ไปปลูกข้าวที่ต้องการ



INFERRED SOIL MOISTURE REGIME OF THAILAND

น้ำมาก (submerged condition) มีการสร้างคันนาเพื่อกักเก็บน้ำไว้ทำให้เกิดลักษณะ artificially drained และทำให้ดินเกิดจุดสีประ (Anthaquic mottling) ในหน้าตัดของดิน นักสำรวจดินมักจะคิดว่าดินมีสภาพความชื้นแบบ Aquic และใช้เป็นบรรทัดฐานในการจำแนกดินในระดับ suborder ที่จริงแล้วอาจไม่ถูกต้อง จำเป็นต้องศึกษาให้ละเอียดถึงจุดสีประที่เกิดขึ้นนั้น มีจุดสีประที่มี chroma ต่ำเกิดขึ้นมีปริมาณมากน้อยเท่าไรภายในความลึก 75 ซม.จากผิวดินบน โดยปกติแล้วกำหนดไว้อย่างน้อย 50 เปอร์เซนต์ ที่ต้องมี chroma 2 หรือน้อยกว่า และมี value 4 หรือมากกว่า ดังนั้นคำว่าจุดสีประที่มี chroma ต่ำมักจะมีปัญหาในการคาดคะเนในขณะทำการสำรวจดิน เช่น ตัวอย่างชุดดินน่าน ซึ่งเกิดจากตะกอนของหินที่มีสีน้ำตาลปนแดง เมื่อใช้ทำนาจะมีจุดสีประที่มี chroma ต่ำเกิดขึ้นเป็นสีเทาหรือเทาอ่อน เวลาเจาะสังเกตในขณะดินชื้นมักเห็นความแตกต่างไม่ค่อยชัดเจน จำเป็นจะต้องศึกษาขณะที่ดินแห้ง เช่น ดินชุดน่านอาจจะไม่เป็นพวก Tropaqualfs ก็ได้อาจเป็น Tropudalfs ที่มีจุดสีประที่มี chroma ต่ำเกิดขึ้น จึงอาจจะจำแนกเป็น Aquic Tropudalfs คือใช้ Aquic moisture regimes มาจำแนกในระดับ subgroup แต่อย่างไรก็ตามเราจำเป็นจะต้องศึกษาระดับความชื้นในดินให้ละเอียดยิ่งขึ้น เพื่อยืนยันการจำแนกดินให้ถูกต้อง ซึ่งปัจจุบันยังมีข้อมูลทางด้านความชื้นในดินอยู่น้อย โดยเฉพาะความชื้นของดินที่เป็นนาดอน (upper paddy field) และมีลักษณะเป็น artificially drained ระดับความชื้นในดินอาจไม่เพียงพอที่จะเป็น Aquic suborder อาจจะเป็นแค่ Aquic subgroup เท่านั้น

ส่วนการพิจารณาแยกระดับความชื้น Udic และ Ustic นั้นจะยึดถือสภาพภูมิอากาศ ปริมาณและการกระจายของฝน พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นหลักในการจำแนก ถ้าเป็นอากาศแบบ Tropical monsoon climate อย่างภาคใต้และภาคตะวันออกบางส่วน ดินดอนจะมีสภาพความชื้นแบบ Udic ส่วนพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศแบบ Tropical Savannah ที่มีฤดูแล้งและฤดูฝนแตกต่างกันให้เห็นอย่างชัดเจน ดินที่อยู่บนที่ดอน (upland soils) จะมีสภาพความชื้นเป็นแบบ Ustic เป็นส่วนใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการแบ่งเขตระหว่าง Udic และ Ustic ในพื้นที่ภาคตะวันออกที่ติดต่อกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางบางส่วน แม้แต่ในภาคตะวันออกเองสภาพความชื้นของดินก็มีทั้ง Ustic และ Udic คือทางด้านตะวันตกในเขตจังหวัดชลบุรีและระยองบางส่วนเป็นระดับความชื้นแบบ Ustic ส่วนจังหวัดจันทบุรีและตราดเป็นความชื้นแบบ Udic เป็นต้น

สรุปภูมิอากาศดินในประเทศไทย

จากการศึกษาผลงานวิจัยและเอกสารวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศดินในประเทศไทย เพื่อจะนำมาใช้ประโยชน์ในการจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy) พอจะสรุปได้ดังนี้

1. สภาพอุณหภูมิดิน (soil temperature regimes) ในประเทศ มีค่าเฉลี่ยตลอดปีจะสูงกว่า 22 องศาเซลเซียสโดยวัดที่ความลึกประมาณ 50 ซม.จากผิวดินบน และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิดินระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อนแตกต่างกันไม่เกิน 5 องศาเซลเซียสเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นระดับของอุณหภูมิดินที่ใช้ในการจำแนกดินระดับ family จึงเป็นพวก isohyperthermic ทุกชุดดิน

2. สภาพความชื้นของดิน (soil moisture regimes) ที่พบในประเทศไทยมีอยู่ 3 ระดับด้วยกันคือ Aquic, Udic และ Ustic และได้ใช้เป็นบรรทัดฐานในการจำแนกดินทั้งระดับ suborder และ subgroup

3. การศึกษาวิจัยทางด้านภูมิอากาศดิน (soil climate) ยังมีความจำเป็นต้องดำเนินต่อไป เพราะเท่าที่ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่มาประกอบการเขียนเอกสารวิชาการฉบับนี้ ยังเห็นว่ามีข้อมูลบางส่วนยังไม่สมบูรณ์และเป็นข้อมูลที่ยังไม่สามารถสรุปผลได้อย่างชัดเจน จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมได้แก่ :

3.1 การศึกษาระดับอุณหภูมิของดินที่มีการระบายน้ำเลวและค่อนข้างเลว ยังมีข้อมูลที่ค่อนข้างแตกต่างกันมากในการศึกษาอุณหภูมิดินของ 7 จังหวัด จำนวน 17 แห่ง ที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าสภาพอุณหภูมิดินในประเทศไทยมีทั้งระดับ isohyperthermic และ hyperthermic นอกจากนี้ควรจะได้ทำการศึกษาอุณหภูมิของดินในที่สูงที่มีความสูงจากน้ำทะเลเกิน 1,000 เมตรขึ้นไป เพราะบริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิอากาศเย็นตลอดปี อุณหภูมิของดินเฉลี่ยอาจต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส ชั้นของอุณหภูมิดินอาจเป็นพวก thermic หรือ isothermic ก็ได้

3.2 การศึกษาสภาพความชื้นของดินนาดอน (upper paddy field) เพราะอาจเป็นได้ทั้ง Aquic suborder หรือ Aquic subgroup

3.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศดินกับการจัดระบบการปลูกพืชในดินชุดหลักของแต่ละภาคควรจะได้ทำการศึกษาให้กว้างขวางยิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ในการจัดระบบการปลูกพืชให้เหมาะสมกับระดับความชื้นในดิน

เอกสารอ้างอิง

1. Baver, L.D.1956, Soil Physics. 3rd ed. John Willy & Son, New York

2. Kennedy, J.G. et al, Technical Report No.3-791"Moisture-Strength Characteristics of Selected Soils in Thailand", U.S.Army Advanced Project Agency,August,1967.

3. Rice,O.W.,1969. Notes on Soil Temperature Regimes in Thailand, SSR-79 Soil Survey Division, Department of Land Development, Bangkok Thailand.

4. Russell, E.W. 1961; Soil Condition and Plant Growth; 9th ed. Longmans, London.

5. Swindale, L.D. 1978; Selected Chapter of Soil-Resource Data for Agricultural Development, College of Tropical Agriculture, University of Hawaii, USA.

6. Soil Survey Staff,1975. Selected Chapter of the Soil Taxonomy, Agriculture Handbook No.436, U.S. Government Printing Office, USDA,Washington, DC.

7. คำรณ ไทรฟัก, มานุช โตรักษา และดวงชีพ รัตนาบุพงศ์, ภูมิอากาศดินจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, เอกสารวิชาการฉบับที่ 61, กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ

8. เฉลียว แจ้งไพร,2530 ทรัพยากรดินในประเทศไทย เอกสารวิชาการฉบับที่ 82 กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ

9. เล็ก มอญเจริญ "สภาพความชื้นดินใน 7 จังหวัดของประเทศไทย" กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2522.