มหาวิทยาลัยฟาฏอนี ร่วมกับ เครือข่ายความร่วมมือ
มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Proceedings

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6

เรื่อง

สร้างสรรค์งานวิจัยเพื่อขับเคลื่อนประเทศ
สู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนในยุค

Thailand 4.0

(วิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ)

18 ตุลาคม 2017
ณ อาคารเรียนรวมเฉลิมพระเกียรติ
มหาวิทยาลัยฟาฏอนี

น้ำในดินและความชื้นในดิน

สุไฮลา ยูโซะ[1], วิชิต เรืองแป้น[2], นฤมล ทองมาก[3], จริยาภรณ์ มาสวัสดิ์[4], ปิยะรักษ์ ประดับเพชรรัตน์[5], สะอุดี มะประสิทธิ์[6], จุทามาศ แก้วมณี[7], ซูซาน มะเซ็ง[8]

[1] สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2] รศ.ดร. (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา)

[3] ดร. (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา)

[4] ดร. (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา)

[5] ดร. (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา)

[6] ดร. (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา)

[7] สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[8] สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการสร้างความเจริญเติบโตของพืช การจัดการน้ำที่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการจะอำนวยให้พืชเจริญเติบโตตามปกติ ตลอดจนระบบนิเวศจะมีความสมดุลตามไปด้วย น้ำในดินและสถานะในรูปของแข็ง คือ น้ำแข็ง ในรูปของเหลวก็คือ น้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ และในรูปของไอ คือ ไอน้ำ ในสถานที่ต่าง ๆ การแสดงค่าความชื้นในดินนั้น สามารถแสดงในรูปปริมาณหรือความมากน้อยของน้ำในดิน โดยจะเปรียบเทียบกับมวลหรือปริมาตรของดินนั้น ๆ ส่วนการเคลื่อนที่ของน้ำในดินสามารถอธิบายด้วยค่าพลังงานของน้ำ

คำสำคัญ: น้ำในดิน, ความชื้นในดิน

Soil Water and Soil Moisture

Suhaila Yusoh[1], Vichit Rangpan[2], Narumol Thogmak[3], Jariyaporn Masawat[4], Piyarak Pradabphetrat[5], Saude Maprasit[6], Jutamas Kaewmanee[7], Susan Maseng[8]

[1] Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University

[2] Assoc. Prof. Dr. (Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University)

[3] Dr. (Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University)

[4] Dr. (Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University)

[5] Dr. (Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University)

[6] Dr. (Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University)

[7] Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University

[8] Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University

Abstract

Water was factor to growth of plant. Water management ant infallible use and being academic maker the growth of plant and the balance of ecosystem. Ice, water resources and vapors can show the quality of saint water in the compare of the mars or cape city of the soil. The transfer of soil water can explin with the energy of water.

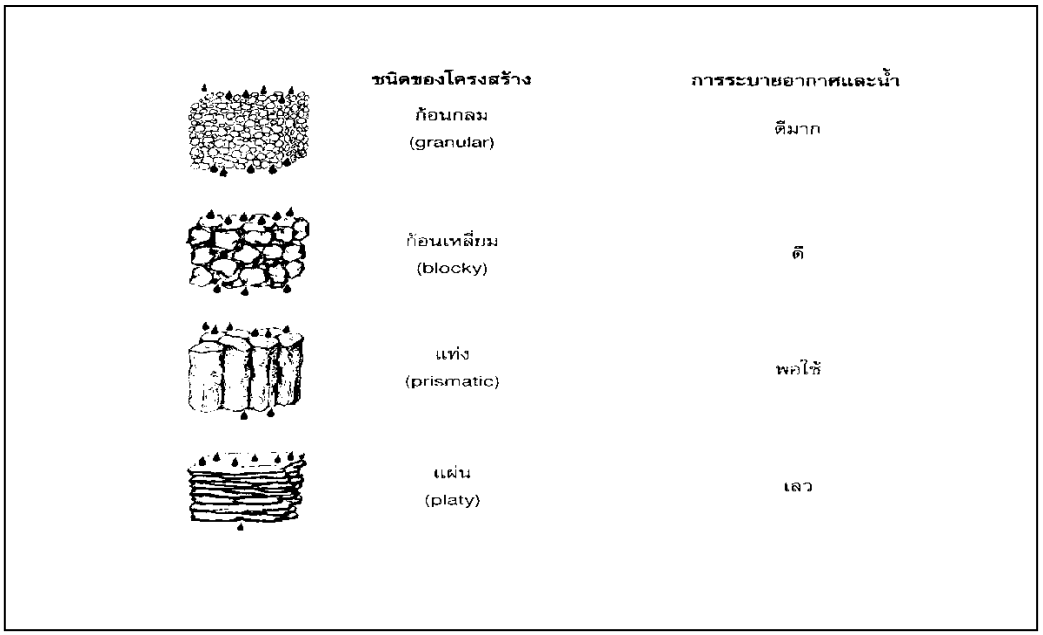
Keyword: Soil Water, Soil Moisture

บทนำ

ความสำคัญของน้ำในดิน น้ำในดินมีความสำคัญต่อระบบนิเวศหลายลักษณะ ได้แก่ เป็นปัจจัยกำหนดลักษณะของดิน คือ น้ำจะต้องการในกระบวนการสร้างดิน เป็นตัวทำละลายสารต่าง ๆ ที่ดีที่สุดเป็นตัวกลางในการฟุ้งกระจาย ทำให้สารแขวนลอย และมีการตกตะกอน เป็นตัวกำหนดสถานะการระบายอากาศในดินตามสัดส่วนช่องว่างของดินช่วยกำหนดอุณหภูมิ โดยค่าความร้อนจำเพาะของน้ำในดินมีค่าสูงมาก นอกจากนี้น้ำจะกำหนดความแข็งแรงเชิงกลของดิน เมื่อมีน้ำในดินในสัดส่วนต่าง ๆ จะมีผลทำให้รูปร่างตลอดจนความคงทนของดินเปลี่ยนไปและน้ำยังมีผลต่อการเกิดโครงสร้างของดินและแผ่นแข็งปิดบริเวณ หน้าดิน เป็นต้น

ตามปกติพืชมีความไวต่อการขาดน้ำ จะมีความแตกต่างกันตามอายุของพืช กล่าวคือ ถ้าพืชขาดน้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโต จะมีผลทำให้พืชมีขนาดของส่วนเหนือดินลดลง ในกรณีที่ขาดน้ำในระยะเจริญพันธุ์จะทำให้พืชมีผลผลิตลดลง การผสมเกสรไม่ปกติได้ผลผลิตขนาดเล็ก การสังเคราะห์แสงลดลงผลผลิตจึงลดลงตามไปด้วย

1. การเก็บกักน้ำของดิน (water storage in soil) การที่น้ำจะถูกกักเก็บน้ำไว้ในดินได้ดีขึ้นอยู่กับโครงสร้างของดินชนิดต่าง ๆ ภาพที่ 5.9 กล่าวคือ ดินที่มีโครงสร้างก้อนกลมระบายอากาศและน้ำได้ดีมาก ดินนี้มีโครงสร้างเหลี่ยมระบายอากาศและน้ำได้ ดินที่มีโครงสร้างเป็นแท่งระบายน้ำและอากาศได้พอใช้และโครงสร้างของดินเป็นแผ่นจะระบายอากาศและน้ำไม่ดีหรือเลว นอกจากสภาพโครงสร้างของดินแล้วยังประกอบไปด้วยช่องน้ำและความชื้นโดยวิธีการต่าง ๆ คือ

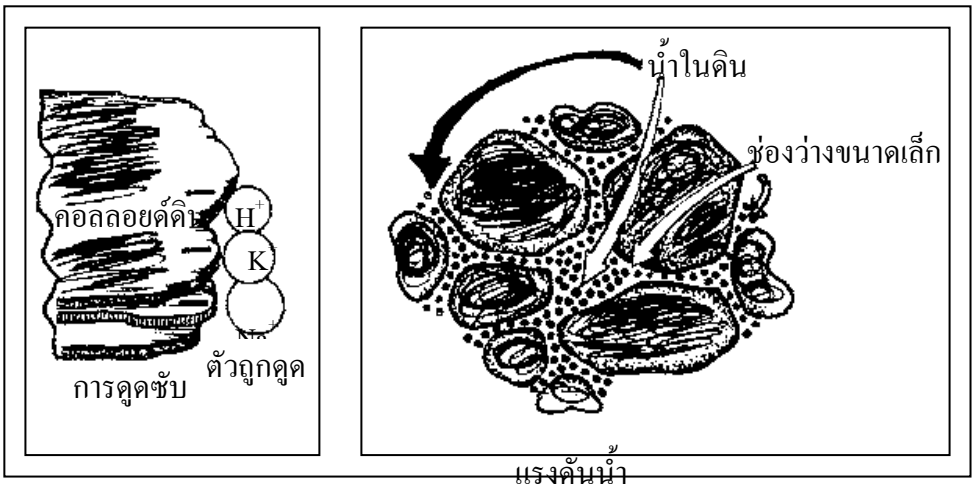


ภาพที่ 1 ประเภทโครงสร้างดินกับการระบายน้ำและอากาศ
ที่มา (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540)

1) การดึงน้ำไว้ในดิน (soil water retention) ดินจะสามารถเก็บน้ำได้เพราะในดินมีแรงดูดยึดที่กระทำต่อน้ำ ซึ่งแบ่งแรงที่กระทำต่อน้ำไว้ 3 ประเภท คือ

(1) แรงดูดซับ (adsorptive force) แรงดูดซับเป็นแรงดูดยึดที่ผิวอนุภาคของดินกระทำต่อโมเลกุลของน้ำ โดยที่มวลดินจะดูดซับน้ำได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวจำเพาะ (specific surface) ซึ่งหมายถึง เนื้อที่ของผิวดินทั้งหมดของอนุภาคต่อหน่วยมวลของดิน โดยที่ดินที่มีเนื้อละเอียดจะมีพื้นที่ผิวจำเพาะมาก ทำให้สามารถดูดซับน้ำไว้บนผิวได้ในปริมาณมาก

(2) แรงดึงน้ำ ในช่องขนาดเล็ก (capillary force) เมื่ออนุภาคดินเรียงตัวกันจะเกิดช่องว่างเกิดขึ้น ซึ่งในช่วงดิน (soil porces) จะมีขนาดใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคและการวัดตัวของดิน ขนาดของช่องว่างที่จุดยึดน้ำและสามารถต้านทาน การระบายน้ำลงสู่ส่วนล่างของหน้าตัดดินได้ จะต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 50 ไมโครเมตร ซึ่งเรียกช่องว่างของอนุภาคดินนี้ว่า macropores ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงสภาพการดูดซับและดูดซึม
ที่มา (วิชิต เรืองแป้น, 2545)

(3) แรงดึงออสโมติก (osmotic force) น้ำในดินจะมีไอออนของตัวละลายเป็นองค์ประกอบอยู่เสมอซึ่งไอออนมีประจุไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) จะสามารถดูดซับน้ำไว้ การดูดซับน้ำของไอออนและโมเลกุลในสารละลายจะทำให้โมเลกุลของน้ำขาดอิสระภาพในการเคลื่อนที่และมีพลังงานลดลงซึ่งกล่าวได้ว่า มวลของน้ำนั้นเกิดแรงดึงออสโมติก (osmotic suction) ขึ้นภายใน โดยที่แรงดึงออสโมติกของน้ำจะแสดงให้เห็นได้ก็ต่อเมื่อนำน้ำจำนวนนั้นไปสัมผัสกับน้ำอีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งมีความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ผ่านเยื่อกึ่งซึม (semipermealbe menbrane)

2. ระดับความชื้นของดิน (soil water content) ในการวัดปริมาณน้ำในดินนิยมวัดเป็นระดับความชื้น (water content) ซึ่งมีความหมายว่าเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณของน้ำกับปริมาณของดินที่น้ำนั้นบรรจุอยู่ ค่าระดับความชื้นของดินสามารถแสดงได้หลายรูปแบบคือ

1) ระดับความชื้นโดยมวล (mass water content) ระดับความชื้นโดยมวลจะสามารถศึกษาได้โดยศึกษาอัตราส่วนของมวลของน้ำกับมวลของดินแห้งดังสมการ

$$\Theta_m = \frac{M_w}{M_s}$$ สมการที่ 1

โดยที่ Θ_m เทตา (theta) หมายถึง ระดับความชื้นโดยมวล
M_w หมายถึง มวลของน้ำในดิน
$M_ห$ หมายถึง มวลของดินแห้งสนิท

หมายเหตุ ดินแห้งสนิทคือดินที่ผ่านการอบแห้งในเตาอบอุณหภูมิ 105-110^{0}C จนมีมวลคงที่

2) ระดับความชื้นโดยปริมาตร (volume water content) การจัดระดับความชื้นโดยปริมาตรเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาตรของน้ำในดินกับปริมาตรโดยรวมของดินดังสมการ

$$\Theta_v = \frac{V_w}{V_b}$$ สมการที่ 2

โดยที่ Θ_v หมายถึง ระดับความชื้นโดยปริมาตร
V_w หมายถึง ปริมาตรของน้ำในดิน
V_b หมายถึง ปริมาตรรวมของดิน

หมายเหตุ ปริมาตรรวมของดิน (bulk volume หมายถึง ผลรวมของปริมาตรของแข็ง (solid volume และปริมาตรช่อง (pore volume) ในทางปฏิบัติ เมื่อทราบระดับความชื้นโดยมวลและความหนาแน่นรวมของดิน ณ จุดนั้น จึงสามารถใช้สมการความสัมพันธ์ของ Θ_v และΘ_m ดังสมการ

$$\Theta_v = \frac{Pb.\Theta_m}{P_w}$$ สมการที่ 3

โดยที่ Pb หมายถึง ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density)
P_w หมายถึง ความหนาแน่นของน้ำ

3) ระดับความชื้นเป็นความสูงของน้ำ (depth water content) การหาความชื้นของดินเป็นความสูงของน้ำ หมายถึง ปริมาตรของน้ำในดินต่อหน่วยพื้นที่ของดิน ซึ่งเหมาะกับงานด้านชลประทานและการหาค่าการคายน้ำของดินและพืช ความหมายในสมการเราจะพิจารณาพื้นที่หน้าตัดของดินมีพื้นที่เท่ากับ A ความลึกเท่ากับ Z และระดับความชื้นเฉลี่ยโดยปริมาตรบริเวณหน้าตัดดินเท่ากับ Θ_v ใช้สมการที่ 2 สามารถคำนวณปริมาตรน้ำในดิน (V_w) ได้ดังสมการ

$$V_w = \Theta_V A_z$$ สมการที่ 4

ในการศึกษาเมื่อได้ค่า Az คือ ปริมาณรวมของดินและในที่นี้ระดับความชื้นดินเป็นความลึกของน้ำ ซึ่งจะได้ปริมาตรของน้ำในดินต่อหน่วยพื้นที่ ซึ่ง h_w คือระดับความชื้นดินเป็นความสูงน้ำ ดังสมการ

$$h_w = \frac{\Theta_v A_z}{A} \quad \Theta_V Z$$ สมการที่ 5

และจากสมการที่ 2 จะเห็นว่า Θ_V จะไม่มีหน่วยทำให้หน่วยของ h_w เหมือนกับหน่วยของ Z นั้นคือ ความลึกของดิน เช่น เมตรหรือเซนติเมตรหรือน้ำ เป็นต้นและปริมาตรของน้ำต้องคำนวณต่อหน่วยพื้นที่ ดังนั้น เมื่อต้องการทดสอบปริมาตรโดยรวมของน้ำในดินมีความลึกเท่ากับ Z จะต้องนำ h_w จากสมการที่ 5 ไปคูณกับขนาดของพื้นที่ดิน ดังสมการ

$$V_w = h_w A$$ สมการที่ 6

โดยที่ V_w (ปริมาตรของน้ำในดินที่บรรจุในเนื้อที่ A และมีความลึกเท่ากับ Z ในสมการที่ 5

5.1.1.1 การวัดความชื้นของดิน (measuring soil water content) การศึกษาปริมาณความชื้นของดินเพื่อนำมาจัดการน้ำในดิน ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชในการเพิ่มประสิทธิภาพ การจัดการน้ำให้ได้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น จึงมีความจำเป็นจะต้องทราบปริมาณในดินตลอดจนสภาวะต่าง ๆ ที่จะประเมินระดับปริมาณของน้ำในดิน โดยเฉพาะในปริมาณรากของพืช ในทางปฏิบัติการประเมินระดับปริมาณของน้ำในดินโดยเฉพาะในเขตรากพืช สามารถปฏิบัติได้ 2 วิธี คือ

1) การวัดปริมาณน้ำในดินโดยตรง การวัดปริมาณน้ำในดินโดยตรงซึ่งคณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา (2541) ได้เสนอขั้นตอนการวัดปริมาณน้ำโดยทำการวัดโดยน้ำหนัก (gravimetric method) คือ 1) การเก็บตัวอย่างดินที่ต้องการศึกษาในกระป๋องความชื้น (moisture can) หรือห่อไว้ในแผ่นอะลูมินัมฟอยล์ที่ทราบมวลอยู่แล้ว 2) รวบรวมตัวอย่างไว้ในถุงพลาสติกผนึกแน่นเพื่อป้องกันการรั่วของไอน้ำ 3) เมื่อนำกลับมาถึงห้องปฏิบัติการก็จะชั่งตัวอย่างพร้อมภาชนะบรรจุก่อนอบครั้งที่หนึ่ง 4) นำเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105-110^{0}C ประมาณ 24 ชั่วโมง และ 5) ชั่งมวลอีกครั้งเมื่อตัวอย่างเย็นแล้ว ผลที่ได้นำมาคำนวณหาระดับความชื้นโดยมวล (mass water content) ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 1 พื้นที่ดินแห่งหนึ่งมีการเก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ โดยมีผลการปฏิบัติกับตัวอย่างดิน คือ มีมวลของกระป๋องความชื้น (moisture can) เปล่า มีน้ำหนัก 100 กรัม มวลของกระป๋องรวมดินที่มีความชื้นมีน้ำหนัก 170 กรัม และมวลของกระป๋องรวมดินมีค่าเท่ากับ 130 กรัม

<u>วิธีทำ</u> จากสมการที่ 1 (การหาระดับความชื้นโดยมวล)

จากสูตร $\Theta_m = \frac{M_w}{M_s}$

แทนค่าในสูตร Θ_m หมายถึงระดับความชื้นโดยมวล

มวลของน้ำในดิน (M_w) = 170 - 130 = 40 กรัม

มวลของดินแห้ง (M_s) = 130 - 100 = 70 กรัม

$$\therefore \Theta_m = \frac{40}{70}$$

$$= 0.571$$

ตอบ ค่าระดับความชื้นในดินโดยปริมาตรเท่ากับ 0.571 กรัม

ตัวอย่างที่ 2 เมื่อทราบค่าระดับความชื้นในดินโดยมวลแล้ว สามารถหาระดับความชื้นโดยปริมาตร (volume water content) ได้ โดยจะต้องทราบความหนาแน่นรวม (bulk density) ของดินนั้น กล่าวคือ ในตัวอย่างที่ 1 ดินมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1.5 g/cm^3 สามารถคำนวณหาระดับความชื้นโดยปริมาตรได้คือ

วิธีทำ จากสมการที่ 3 (การหาระดับความชื้นโดยปริมาตร)

$$\text{จากสูตร } (\Theta_v) = \frac{Pb.\Theta_m}{P_w}$$

แทนค่าในสูตร Θ_v หมายถึง ระดับความชื้นโดยปริมาตร

Pb หมายถึง ความหนาแน่นรวม = 1.5

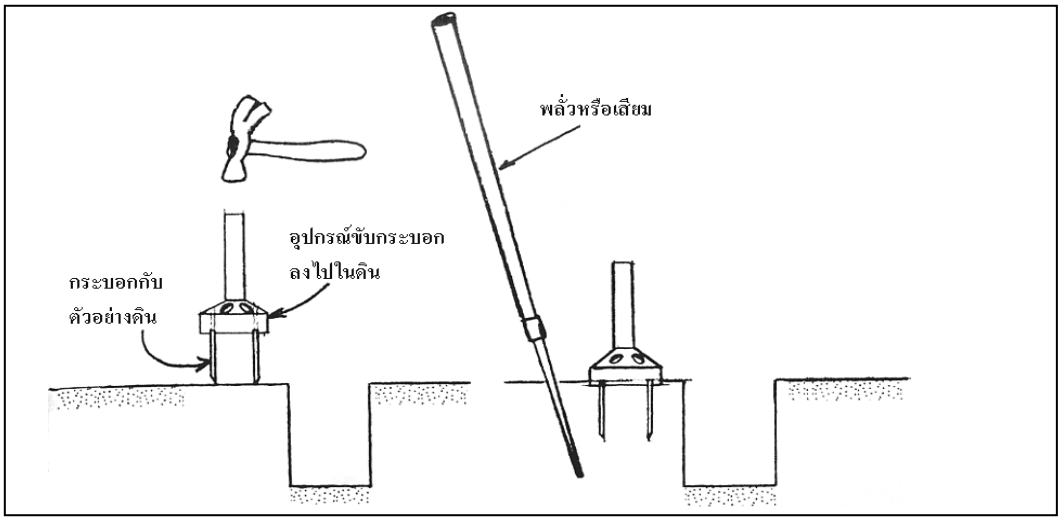
Θ_m หมายถึง ระดับความชื้นโดยมวล = 0.571

P_w หมายถึง ความหนาแน่นของน้ำ (สมมติให้มีค่า = 1 กรัม/ลบ.ซม.)

$$\therefore \Theta_v = \frac{1.5 \times 0.571}{1} = 0.856$$

ตอบ ค่าระดับความชื้นในดินโดยปริมาตรเท่ากับ 0.856

นอกจากนี้ การวัดระดับความชื้นโดยปริมาตรมีวิธีทำการประเมินอีกรูปแบบ โดยทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงตัวอย่างด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างชนิดไม่รบกวนโครงสร้าง (undisturbed core sampler) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินชนิดไม่รบกวนโครงสร้างเพื่อศึกษาระดับความชื้นดิน
โดยปริมาตร หรือความหนาแน่น
ที่มา (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

จากภาพชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินชนิดไม่รบกวนโครงสร้างประกอบด้วย (1) กระบอกเก็บตัวอย่าง (soil core) (2) อุปกรณ์ตอกกระบอกเก็บตัวอย่างลงไปในดิน ซึ่งตามปกติเป็นชุดอุปกรณ์ศึกษาความหนาแน่นรวมของดิน แต่นำมาปฏิบัติการหาความชื้นในดินได้โดยดำเนินการดังนี้ 1) ตอกกระบอกเก็บตัวอย่างลงไปในดินตรงจุดต้องการศึกษา 2) ใช้พลั่วหรือเสียบแซะกระบอกใส่ดินออกมา 3) ใช้มีดปาดดินทั้งด้านบนด้านล่างให้เสมอขอบกระบอก 4) ทำการปิดฝาให้สนิทป้องกันน้ำระเหย 5) นำไปในห้องปฏิบัติการ ชั่งมวลของกระบอกรวมดินชื้น 6) เปิดฝานำเข้าเตาอบเมื่อดินแห้งสนิททำการชั่งอีกครั้ง ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 3 จงหาความชื้นโดยปริมาตร โดยทำการปฏิบัติการภาคสนามและในห้องปฏิบัติการได้ผลการหามวลดังนี้ มวลของกระบอกเท่ากับ 150 กรัม มวลกระบอกรวมดินชื้น 350 กรัม มวลกระบอกรวมดินแห้งเท่ากับ 280 กรัม กระบอกเก็บตัวอย่างดินมีปริมาตรด้านในเท่ากับ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร และน้ำมีความหนาแน่นเท่ากับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถประเมินระดับความชื้นโดยปริมาตรได้ดังนี้

วิธีทำ มวลของกระบอก = 150 กรัม
มวลของกระบอกรวมดินชื้น = 350 กรัม
มวลของกระบอกรวมดินแห้ง = 280 กรัม
ปริมาตรด้านในของกระบอก = 100 ลบ.ซม
ความหนาแน่นของน้ำ (Pw) = 1 กรัม/ลบ.ซม.

การหาระดับความชื้นโดยปริมาตรจะได้
มวลของน้ำ (M_w) = 350-280 = 30 กรัม
ปริมาตรของน้ำ (V_w) = $\frac{30}{1}$ = 30 ลบ.ซม.
$\therefore$ จะได้ปริมาตรรวมของดิน (V_b) = 100 ลบ.ซม.

แทนค่าในสมการที่ 2 ระดับความชื้นโดยปริมาตร (Θ_v) = $\frac{V_w}{V_b}$

$\therefore \quad \Theta_v = \frac{30}{100} = 0.30$

ตอบ ระดับความชื้นโดยปริมาตรมีค่าเท่ากับ 0.30 ลบ.ซม.

ตัวอย่างที่ 4 จากตัวเลขการคำนวณในตัวอย่างที่ 3 นำข้อมูลมาประเมินความหนาแน่นรวม (Pb) ได้ดังต่อไปนี้

วิธีทำ มวลของดินแห้ง (M_s) = 280 - 150 = 130 กรัม
ปริมาตรรวมของดิน (V_b) = 100 ลบ.ซม.

จากสูตรความหนาแน่นรวม (Pb) = $\frac{M_s}{V_b}$

$\therefore$ Pb = $\frac{130}{100}$ = 1.30 กรัม/ลบ.ซม.

ตอบ ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าเท่ากับ 1.30 กรัม/ลบ.ซม.

ตัวอย่างที่ 5 จากตัวเลขคำนวณในตัวอย่างที่ 3 นำข้อมูลมาประเมินความชื้นเป็นความสูงน้ำ (depth water content) จากสมการที่ 5 (h_w) = $\frac{\Theta_v A_z}{A}$ $\Theta_v Z$ ดังนี้

วิธีทำ Z หมายถึง ความลึกของดิน

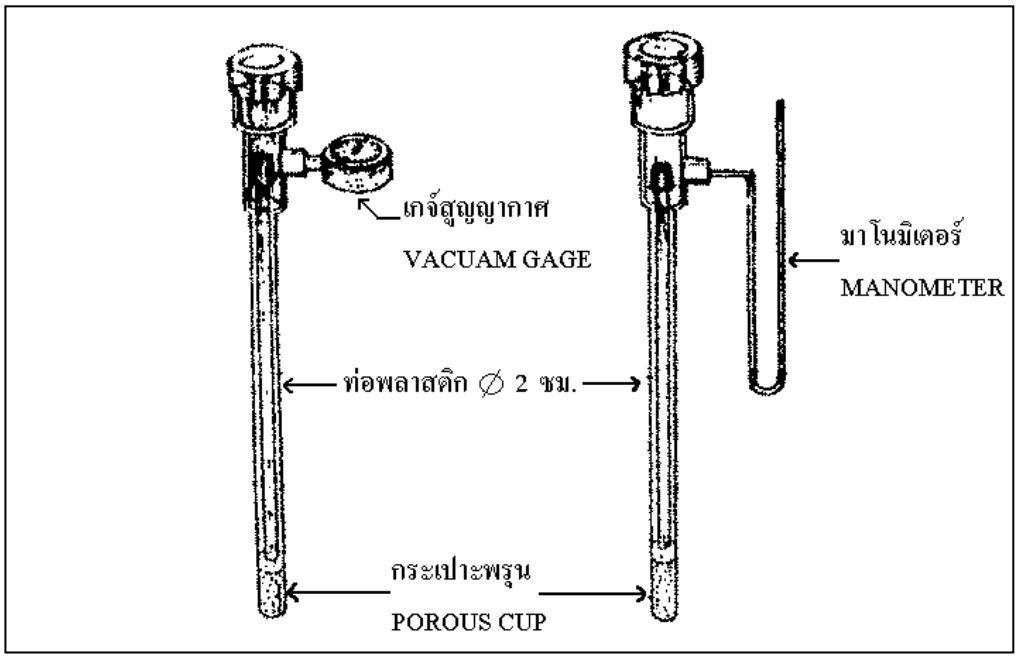
Θ เป็นค่าระดับความชื้นโดยเฉลี่ยของหน้าดินที่ลึก (ในที่นี้สมมุติ 100 ซม. จึงแทนค่า z = 100)

$\therefore$ h_w = 0.856 X 100 = 85.6 ซม.

ตอบ แสดงให้เห็นว่าหน้าตัดดินลึก 100 ซม. จะมีน้ำบรรจุอยู่สูง 85.6 ซม.

2) การวัดปริมาณน้ำในดินโดยอ้อม การวัดปริมาณน้ำทางอ้อม คือ การใช้เครื่องมือที่ประยุกต์มาใช้ซึ่งสามารถใช้ได้ง่าย เมื่อได้ค่าการวัดปริมาณน้ำ นำไปเปรียบเทียบปริมาณน้ำจากเส้นเปรียบเทียบเรียกว่า calibration cure ซึ่งเตรียมไว้ก่อนสำหรับดินนั้นรูปแบบความสัมพันธ์นี้เป็นคุณสมบัติเฉพาะของดินนั้น ๆ กับปริมาณน้ำในดินหนึ่ง ๆ จะมีความแตกต่างกัน การวัดปริมาณน้ำในดินโดยอ้อมสามารถแยกกล่าวรายละเอียดดังนี้

(1) เครื่องมือวัดแรงดึงความชื้นในดิน (tensiometer) เครื่องมือวัดแรงดึงความชื้นในดินมีลักษณะเป็นหลอดแก้วหรือพลาสติกสูญญากาศ มีปลายด้านหนึ่งเป็น รูพรุน (porous cup) ฝังลงในดินตามความลึกในดินที่ต้องการวัดปริมาณน้ำ ปลายด้านบนดินจะวัดค่าความดันติดลบ (tension) กระบวนการวัดเมื่อน้ำในหลอดแก้วปรับสภาวะสมดุลกับน้ำในดินเรียบร้อยแล้ว แรงดึงที่ทำการวัดจะใช้มาโนมิเตอร์ปรอทหรือเกย์สูญญากาศ เป็นต้น
ดังภาพ5.12 จึงนำค่าการวัดไปเทียบกับเส้นเปรียบเทียบของดินนั้น ๆ ดังตารางแปลความหมายตารางที่ 4



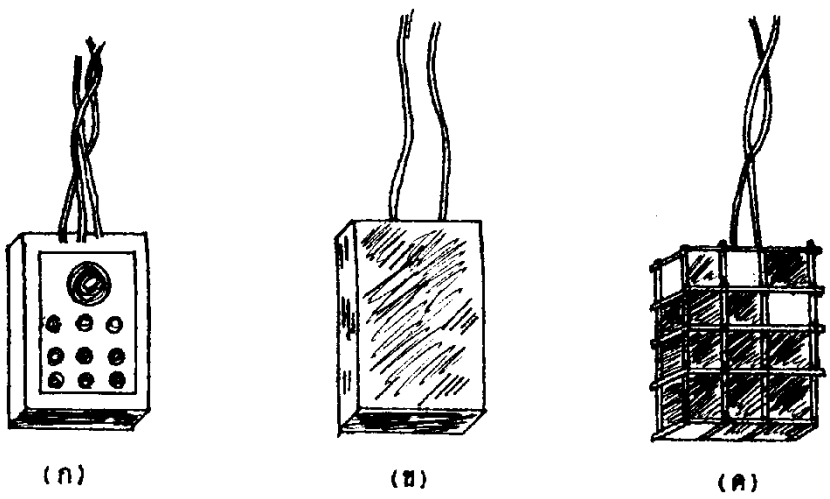
ภาพที่ 4 เครื่องวัดแรงดึงความชื้นของดิน
ที่มา (วิเชียร ฝอยพิกุล, 2539)

ตารางที่ 1 ความหมายของค่าที่อ่านได้

ลำดับที่	ความหมายของการศึกษาของดิน	ค่าที่อ่านได้ (เซนติเมตร)
1	ดินมีความเปียกมาก ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ	0
2	ดินมีความชื้นประมาณจุดความชื้นชลประทาน เหมาะกับการปลูกพืชที่ต้องการความชื้นสูง	มากกว่า 0 แต่ไม่เกิน 15
3	พืชเริ่มแสดงผลกระทบว่าขาดน้ำ	25
4	พืชที่มีความไวต่อการขาดน้ำ รากสั้นและอยู่ตื้นในกระถางดิน ที่มีเนื้อหยาบแสดงอาการ	สูงกว่า 25
5	พืชทั่วไปที่มีรากประมาณ 50 ซม. เริ่มแสดงอาการขาดน้ำ	มีค่าตั้งแต่ 40-50
6	พืชที่มีรากลึก 75 ซม. ดินเนื้อปานกลาง จะเริ่มขาดน้ำแล้ว ถ้าดินมีเนื้อละเอียดอาจจะรอได้อีก 3-4 วัน	70
7	ควรรีบให้น้ำแก่พืชอย่างรีบด่วน	80

ที่มา (วิชิต เรืองแป้น , 2545)

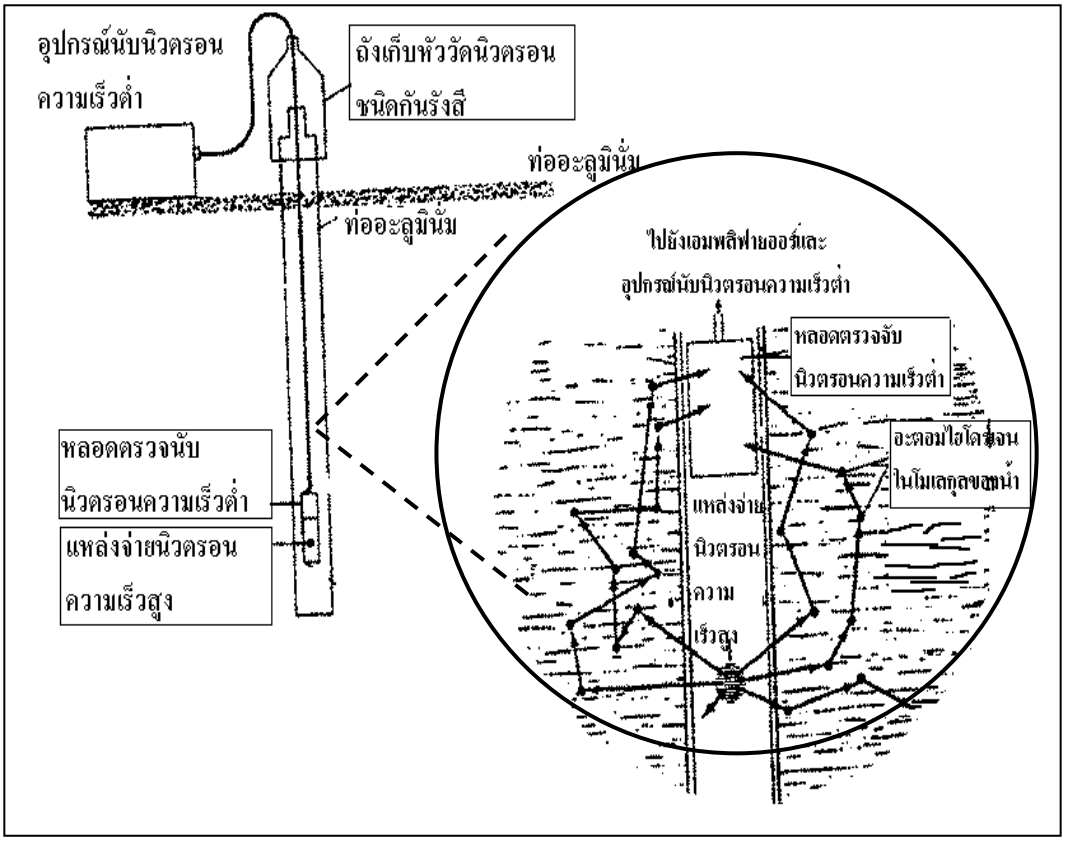
(2) เครื่องมือวัดความต้านทานไฟฟ้าของอิเลคโทรดที่ฝังไว้ในวัสดุพรุน (electrical resistane) การวัดโดยวิธีนี้ปฏิบัติโดยใช้ก้อนความต้านทาน ที่มี 2 ขั้วห่อด้วยวัสดุพรุน ได้แก่ กล่องยิปซัม ไฟเบอร์กลาส ปูนพลาสเตอร์หรือในล่อน (ภาพที่ 5.13) นำไปฝังในดินที่ต้องการศึกษา มีสายต่อมายังผิวดินและทำการวัดความต้านทานด้วยโอห์มมิเตอร์และแปลงเป็นความชื้นโดยใช้เส้นเทียบดินนั้น



ก้อนความต้านทานที่ทำด้วย ไฟเบอร์กลาส (ก) ปูนปลาสเตอร์ (ข) และไนล่อน (ค)

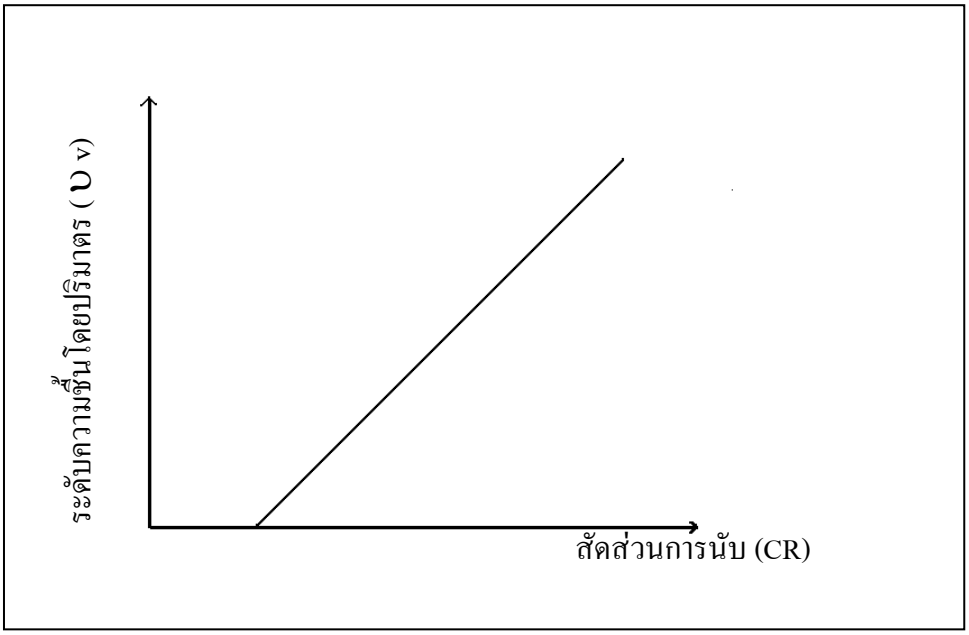
ภาพที่ 5 เครื่องมือวัดความชื้นในดินแบบวัดความต้านทานไฟฟ้า
ที่มา (ดัดแปลงจาก วิเชียร ฝอยพิกุล, 2539)

(3) เครื่องมือวัดความชื้นด้วยนิวตรอน (neutron moisture gauge) เครื่องมือชนิดนี้มีลักษณะเป็นตู้หรือกล่องมีหัววัดนิวตรอน (neutron probe) และมิเตอร์วัดจำนวนนิวตรอนความเร็วต่ำ (scaler) และมีท่อนำหัววัดสำหรับใส่ในดิน ดังภาพ ที่ 5.14 ด้านในหัววัดจะมีแหล่งต่อนิวตรอนความเร็วสูง (fast neutron source) ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสีและมีอุปกรณ์วัดนิวตรอนความเร็วต่ำ (slow neutron detector) ซึ่งหัววัดจะเก็บไว้ในถังป้องกันรังสีและมีสายเคเบิลนำสัญญาณเสียบติดกับอุปกรณ์นับนิวตรอนความเร็วต่ำ เมื่อใช้งานทำการสวมตัวเก็บหัววัดลงบนท่อนำ สลักกั้นหัววัดจะเลื่อนถอยออกทำให้หัววัดเลื่อนลงไปในท่อ สำหรับความลึกในการศึกษาจะทำเครื่องหมายบนสายเคเบิล ดังนั้น เมื่อทำการหย่อนหัววัดลงถึงความลึกที่กำหนดไว้ เราสามารถวัดนิวตรอนความเร็วต่ำได้ ขณะที่หัววัดนิวตรอนอยู่ในดิน นิวตรอนความเร็วสูงจะถูกปล่อยผ่านท่ออะลูมินั่มไปในดิน นิวตรอนความเร็วสูงจะถูกปล่อยผ่านท่ออะลูมินัมไปในดิน เกิดการชนกันของอะตอมไฮโดรเจนในโมเลกุลน้ำหลาย ๆ ครั้ง และต่อมาก็จะกลายเป็นนิวตรอนความเร็วต่ำ



ภาพที่ 6 การใช้เครื่องวัดความชื้นด้วยนิวตรอน (neutron moisture gauge) วัดระดับความชื้นดินในสนาม
ที่มา (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

และส่วนหนึ่งของนิวตรอนที่มีความเร็วต่ำจะวิ่งกลับไปยังหลอดตรวจจับจึงเกิดสัญญาณขึ้น เมื่อเครื่องทำงานสัญญาณไฟฟ้าจะถูกนับโดย scaler ออกมาเป็นจำนวนของนิวตรอน ความเร็วต่ำตามระยะเวลาเป็นนาที (cpm ย่อมาจาก count per minute) เมื่อต้องการทราบความชื้นของดินจำเป็นต้องสร้างเส้นโค้งเปลี่ยนค่า (calibration curve) ดังภาพที่ 5.15

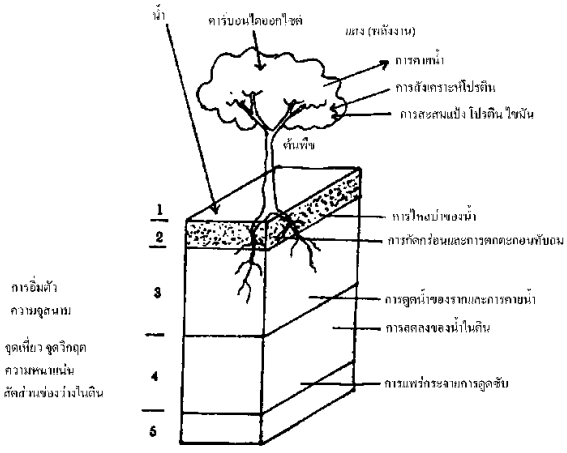


ภาพที่ 7 เส้นโค้งเปลี่ยนค่า (calibration curve) สำหรับใช้เปลี่ยนจำนวนนับของนิวตรอนความเร็วต่ำเป็นระดับความชื้นดิน

ที่มา (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2541)

จากภาพ แกนตั้งเป็นระดับความชื้นของดินโดยปริมาตร (Θ_v) และแกนนอนเป็นสัดส่วนการนับ (count ratio, CR) ซึ่งหมายถึง ผลการหารระหว่างจำนวนนับต่อนาที (cpm) ของนิวตรอนความเร็วต่ำเมื่อวัดในดินกับการวัดในถังป้องกันรังสีของเครื่องวัดระดับความชื้นด้วยนิวตรอนนี้เอง

ที่กล่าวมาเกี่ยวกับน้ำในดินนั้น น้ำในดินโดยเฉพาะในเขตรากพืชมีกระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้นตลอดมากมายอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินอยู่ตลอดเวลา ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กระบวนการที่มีผลเปลี่ยนแปลงต่อปริมาณน้ำในดิน

ที่มา (วิเชียร ฝอยพิกุล, 2539)

จากภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้

บริเวณที่ 1 ผิวดิน มีการให้ปุ๋ยและได้รับน้ำการระเหยน้ำที่ผิวดิน

บริเวณที่ 2 มีการสูญเสียน้ำในดิน การชะล้างพังทลายจากการไหลบ่ามีการตกตะกอนทับถมและซึมลงสู่ด้านล่าง

บริเวณที่ 3 เขตรากพืช มีการดูดใช้น้ำของพืชมีการเคลื่อนที่จากที่ชื้นกว่ามาสู่ที่แห้งกว่าในชั้นนี้ต้องศึกษาการอิ่มตัวของดิน จุดพิกัดบนพิกัดล่าง ความหนาแน่นรวมขนาดช่องว่างในดิน

บริเวณที่ 4 ดินชั้นล่าง มีการอัดตัวแน่นและมีการดูดซึมและการแพร่กระจายการสูญเสียน้ำโดยการซึมลึกการสะสมอนุภาคดินเหนียว มีการไหลมารวมกันของน้ำ

ปริมาณน้ำในดินเขตรากพืชแต่ละตำแหน่งแต่ละความลึกจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ สามารถคำนวณได้จากบัญชีน้ำ (water balance) ในเขตรากพืชซึ่งมีหลักปฏิบัติดังนี้

อัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในเขตราก	=	อัตราการไหลเข้า	-	อัตราการไหลออก

ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$S = S_t - S_o = (P - I + G) - (R+D+E+T)$$

โดยที่ S คือ ปริมาณน้ำกักเก็บในเขตรากพืช

S_t คือ ค่าที่เวลาใด ๆ

S_o คือ ค่าที่เวลาเริ่มต้น

P คือ อัตราฝน

I คือ อัตราการใช้น้ำชลประทาน

G คือ อัตราการไหลของน้ำใต้ดินเข้าเขตราก

R คือ อัตราการไหลบ่าของน้ำเหนือดิน

D คือ อัตราการระบายน้ำออกจากขั้นรากพืช

E คือ อัตราการระเหยน้ำ

T คือ อัตราการคายน้ำ

บทสรุป

จากข้อมูลข้างต้นแสดงถึงน้ำจะเป็นปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตของพืช โดยน้ำจะทำหน้าที่ช่วยให้เมล็ดงอกโดยทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่ม สามารถดูดน้ำและรากพืช สามารถแทงทะลุออกมาได้ง่าย ช่วยเพิ่มการแพร่กระจายคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดพืช ทำให้โปรโตพลาสซึมเจือจาง พืชสามารถเคลื่อนย้ายสารอาหาร ทำให้เอนไซม์ทำงานช้าลง น้ำเป็นองค์ประกอบในโปรโตพลาสซึม เซลล์และผนังเซลล์ น้ำเป็นตัวการกำหนดและรักษาความเต่งของเซลล์พืชและน้ำเป็นวัตถุดิบในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เป็นต้น น้ำเป็นปัจจัยกำหนดสภาวะแวดล้อมอากาศบริเวณต้นพืช ในสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมจะคงที่โดยน้ำในดินจะเป็นตัวกำหนดอัตราการคายน้ำของพืชและในสภาวะการขาดน้ำของพืชจะเกิดขึ้นได้ เมื่ออัตราการคายน้ำที่บริเวณปากใบมีค่า

สูงกว่าอัตราการดูดน้ำของรากพืช มีผลทำให้ความเต่งของเซลล์ลดลง การแบ่งตัว การขยายตัวของเซลล์เนื้อเยื่อเจริญลดลง ดังนั้น หากมีการคิดการน้ำในดินนี้คือจะทำให้น้ำมีคุณภาพต่อพืชเป็นอย่างดีและเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 8.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชิต เรืองแป้น. (2545). **นิเวศวิทยาประยุกต์.** ยะลา : โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏยะลา. (เอกสารอัดสำเนา).

วิเชียร ฝอยพิกุล. (2539). **เทคนิคและการใช้ดิน-ปุ๋ย-น้ำ.** สุรินทร์. ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์.

ศุภมาศ พานิชศักดิ์พัฒนา. (2540). **ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.