

ผลกระทบของความดันของอากาศในดินต่อการแจกแจง  
ของความชื้นในดินร่วนปนซัลท์

Effect of Gas-Phase Pressure on the Distribution of  
Moisture in a Silt Loam Soil

สำออง ศรีนิลทา

Sam-arng Srinilta

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ABSTRACT

To study the effect of total gas-phase pressure on the distribution pattern of moisture in soil, 7.6 cm<sup>3</sup> of de-aired water were admitted at zero suction at one end of a horizontal column of uniformly packed Columbia silt loam soil and allowed to distribute in the soil column for 24 hours while maintaining a constant total gas-phase pressure within the soil column and a room temperature of  $25 \pm 0.5$  C. Three levels of total gas-phase pressure were used, namely 0, 0.5 and 1 atmosphere. At the end of the 24 hour period following the entrance of the water into the soil column, the soil column was cut into uniform slices parallel to its cross section and moisture content of each slice determined gravimetrically. Horizontal distance from the water-entrance end to the visible wetting front was also recorded with time during the period of moisture distribution. The experiment was repeated 5 times for each level of total gas-phase pressure and means of the 5 replicates were used in plotting curves in each case.

The results indicate that the admitted water spread more readily within the soil at lower total gas-phase pressure showing the decrease in the effects of entrapped air and of the adsorbed films of gases and vapors on the spreading of the water with the decrease in total gas-phase pressure. The change in moisture content across the visible wet front becomes more gradual and the rate of advancement of the visible wet front is slower at lower total gas-phase pressure. The proportion of moisture that spread into the drier portion of soil in the form of water vapor appears to increase with decreasing total gas-phase pressure. The differences in the moisture distribution pattern are more pronounced between 0 and either 0.5 atmosphere or 1 atmosphere than between 0.5 atmosphere and 1 atmosphere of total gas-phase pressure, suggesting that the magnitude of the effects of the gas phase in reducing the spreading of moisture in soil may depend both on the magnitude of the increase in total pressure of the confined air in the soil as water tends to move into the soil and on the initial level of the total pressure of the air.

None of the total gas-phase pressures tested gave a constant soil moisture content behind the wet front and a straight-line relationship between distance to the wet front and square root of time during moisture distribution.

ความชื้นและอากาศปรากฏในดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำเสมอ โดยอยู่ร่วมกันภายในช่องระหว่างอนุภาคของดิน ดังนั้น ปริมาณและสภาวะของสิ่งหนึ่งในสองสิ่งนี้ในดิน จึงมีผลกระทบต่อการแจกแจง (distribution) ของอีกสิ่งหนึ่งในดิน เมื่อผิวดินได้รับความชื้นเพิ่มขึ้น ความชื้นที่เพิ่มขึ้นนี้จะแจกแจงในส่วนต่างๆ ของโปรไฟล์ของดินในลักษณะใดขึ้นกับอากาศที่มีอยู่ก่อนแล้วในดินจะหลีกเลี่ยงได้ทันทั่วทั้งที่ให้กับความชื้นที่พร้อมที่จะซึมเข้าไปในส่วนต่างๆ ของดินเพียงใด และขึ้นกับผลกระทบของอากาศส่วนที่ถูกดูดซับอยู่บนผิวของอนุภาคของดินต่อมุมสัมผัส (contact angle) ระหว่างผิวน้ำกับผิวของอนุภาคของดิน เมื่ออากาศหลีกเลี่ยงให้กับความชื้นได้ไม่ทันทั่วทั้งที่ อากาศบางส่วนหรือทั้งหมดในดินอาจถูกกักบริเวณและถูกความชื้นที่อยู่ล้อมรอบบีบจนอาจมีความดันที่มากพอที่จะทำให้การซึมต่อไปของความชื้นในดินหยุดชะงัก เปลี่ยนทิศทางหรือลดความเร็ว ดังที่ปรากฏในรายงานของ Slater และ Byers (12) Powers (11) Zimmerman (14) Barnes (3) และ Horton (9) การที่อากาศในดินหลีกเลี่ยงให้กับความชื้นที่ซึมเข้าไปในดินได้ไม่ทันทั่วทั้งที่นี้ มีผลทำให้ระดับความชื้นของส่วนที่ชุ่มและส่วนที่แห้งของดินเนื้อละเอียดแตกต่างกันมากเมื่อผิวดินได้รับน้ำชลประทานเป็นจำนวนมากๆ เพราะอากาศที่ถูกกักบริเวณขัดขวางไม่ให้ความชื้นที่ควรจะมีลึกลงไปในดิน ซึมต่อไปได้ไกลเท่าที่ควร (7) ในขณะที่มีการแทรกซึม (infiltration) ของน้ำที่ผิวดิน และอากาศในดินมีทางที่จะหลีกเลี่ยงให้แก่ความชื้นที่ซึมเข้าไปในดินได้ทันทั่วทั้งที่ Wilson และ Luthin (13) ได้พบว่า ปริมาตรของอากาศที่ถูกไล่ที่มากกว่าปริมาตรของน้ำที่แทรกซึมเข้าไปในดิน ซึ่งนักวิจัยทั้งสองมีความเห็นว่าเป็นเพราะอุณหภูมิของดินตรงส่วนหน้าของข้อ

ต่อระหว่างดินชุ่มกับดินแห้ง (wetting front) สูงขึ้น ในขณะที่น้ำซึมเข้าไปในส่วนที่แห้งของดิน ซึ่งมีผลทำให้อากาศในส่วนที่แห้งของดินขยายตัว และบางส่วนของน้ำในส่วนที่ชุ่มของดินกลายเป็นไอและเคลื่อนเลยหน้าข้อต่อของส่วนที่ชุ่มและส่วนที่แห้งของดินเข้าไปแทนที่อากาศในส่วนที่แห้งของดิน

เมื่อดินที่แห้งสัมผัสกับอากาศ จะเกิดเยื่อของอนุของอากาศถูกดูดซับอยู่บนผิวของอนุภาคของดินทันที (1,5) เยื่ออากาศที่ถูกดูดซับโดยของแข็งมี surface pressure ที่มีบทบาทในการยับยั้งหรือลดการแผ่ของของเหลวไปบนผิวของของแข็ง (8) ดังนั้น การดูดซับอากาศโดยอนุภาคของดินจึงอาจทำให้การซึมของน้ำในดินเป็นไปได้ยากขึ้น

งานวิจัยที่ได้รายงานในลำดับต่อไปได้กระทำขึ้นเพื่อศึกษาลักษณะของการแจกแจงของความชื้นจำนวนหนึ่งในดินภายใต้สภาวะความดันที่คงที่ในระดับต่างๆ ของอากาศในดิน หลังจากระยะเวลาหนึ่งนับตั้งแต่เวลาที่ความชื้นจำนวนนั้นได้เริ่มแทรกซึมเข้าไปในดิน

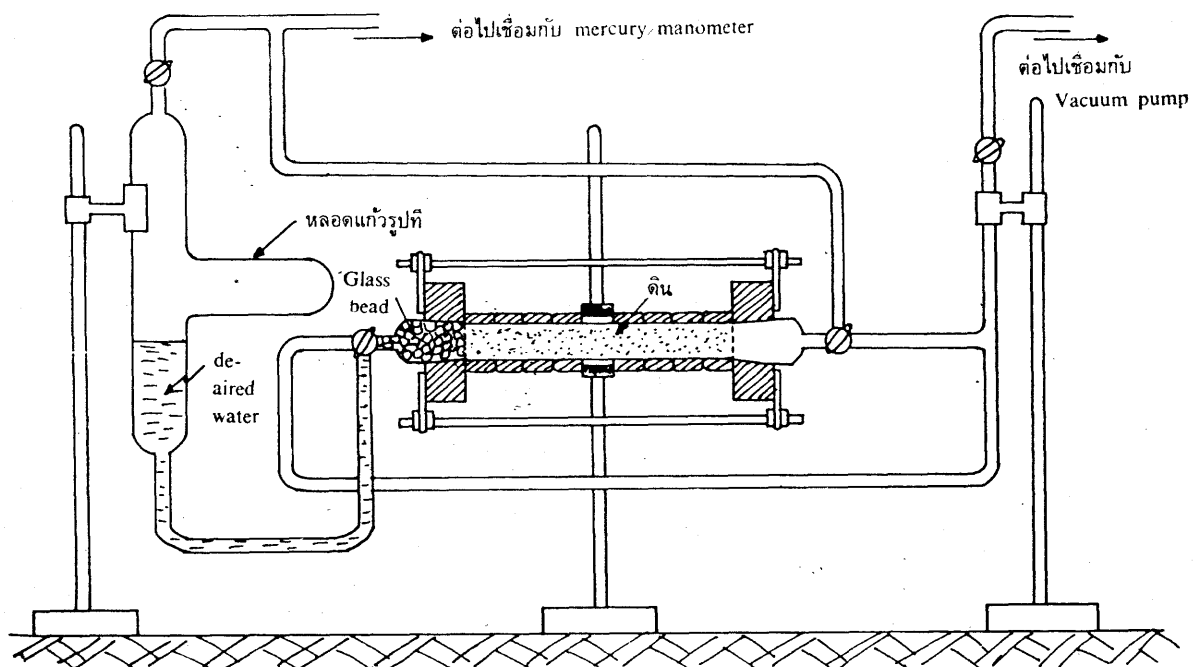
### อุปกรณ์และวิธีการ

บรรจุดิน Columbia silt loam ที่ผ่านการผึ่งจนแห้งในร่มและผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาดช่อง 0.42 มม. แล้ว ลงในกระบอกที่ประกอบขึ้นจาก Pyrex glass ring (ยาว 1.25 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 2.54 ซม. และเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 3.30 ซม.) จำนวน 9 ชิ้น โดยการหย่อนก้านของกรวยขนาดใหญ่ลงไปในกระบอก เติดินในจำนวนที่มากเกินพอลงในกรวยอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ปลายของก้านกรวยแตะอยู่กับก้นของกระบอก แล้วค่อยๆ ยกกรวยขึ้นทีละ

น้อยเพื่อให้ดินที่อยู่ในกรวยร่วงลงในกระบอก พร้อมกับใช้ด้ามของไขควงเคาะเบาๆ รอบๆ ผนังด้านนอกของกระบอกไปด้วย จนกระทั่งได้ดินเต็มกระบอกพอดี ต่อจากนั้น ได้นำกระบอกดินไปติดตั้งเข้ากับส่วนอื่นๆ ของเครื่องมือโดยให้ด้ามยาวของกระบอกดินอยู่ในแนวระดับ (รูปที่ 1) ภายในห้องที่มีอุณหภูมิ  $25 \pm 0.5$ °C. ตลอดเวลา เมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว จึงปรับความดันของอากาศในดินในกระบอกให้เท่ากับที่ต้องการ แล้วปล่อยน้ำที่ปราศจากอากาศละลาย (de-aired water) จำนวน 7.6 มล. ให้แทรกซึมเข้าไปทางปลายหนึ่งของกระบอกดินภายใต้สภาวะความเครียดที่เท่ากับศูนย์และให้น้ำจำนวนนี้แจกแจงในดินเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยควบคุมความดันของอากาศในดินไม่ให้ผันแปรจากระดับที่ได้ปรับไว้ในตอนแรกมากกว่า  $\pm 3$  มม. ของปรอท ในระหว่างเวลา ๒๔ ชั่วโมงของการแจกแจง

ความชื้นในดินนี้ ได้บันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของส่วนที่ชุ่มของดินกับระยะเวลาด้วย เมื่อครบ 24 ชั่วโมงพอดินนับตั้งแต่ที่น้ำเริ่มสัมผัสกับดินเป็นต้นไป ได้นำดินที่บรรจุอยู่ใน ring แต่ละอันไปหาความชื้นโดยวิธีอบที่อุณหภูมิ  $110 \pm 5$ °C. เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อต่อต่างๆ ระหว่าง Pyrex glass ring เมื่อนำไปประกอบเป็นกระบอกดินรับอากาศ ได้ขัดผิวของ ring แต่ละอันที่จะสัมผัสกับ ring อื่นๆ ให้เกลี้ยงเกลาและได้ระดับกันโดยตลอด โดยการฝนบนแผ่นเหล็กที่เรียบและใช้ผง silicon carbinde (grit No. 500) น้ำมันก๊าซ และชาด (rouge) ช่วยในการฝน นอกจากนี้ เมื่อนำ ring ไปประกอบกันขึ้นเป็นกระบอก ยังได้ใช้ Lubrisal grease



รูปที่ 1 ไดอะแกรมแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ขณะดำเนินการทดลอง

ทาบาง ๆ บนผิวที่ผ่านการขัดจนเกลี้ยงเงาแล้วนี้ และใช้แผ่น Teflon ที่บางมากเป็นประเก็น (gasket) คั่นตรงข้อต่อระหว่าง ring เหล่านั้นทุกข้อต่ออีกด้วย

โดยที่อากาศที่ละลายอยู่ในน้ำอาจเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สได้ในขณะที่น้ำกำลังแจกแจงอยู่ในดิน ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นการควบคุมความดันของอากาศให้คงที่อยู่เสมอตามที่ต้องการอาจกระทำได้ยาก จึงได้กำจัดอากาศละลายออกจากน้ำ ก่อนที่จะให้น้ำแทรกซึมเข้าไปในดิน โดยการบรรจุน้ำกลั่นลงในหลอดแก้วรูปตัวที่ (รูปที่ 1) แล้วหย่อนหลอดแก้วรูปตัวที่ลงในสารผสมของ dry ice กับ acetone โดยให้ระดับน้ำในหลอดแก้วรูปตัวที่อยู่ที่ระดับของสารผสมนี้ เมื่อน้ำในหลอดแก้วรูปตัวที่กลายเป็นน้ำแข็งจนหมดแล้ว ได้ใช้ vacuum pump ดูดอากาศออกจากหลอดแก้วรูปตัวที่เป็นเวลา 5-10 นาที แล้วยกหลอดแก้วรูปตัวที่ขึ้นจากสารผสมของ dry ice กับ acetone ปรับความดันของอากาศภายในหลอดแก้วรูปตัวที่ให้เท่ากับความดันของอากาศในดิน และปล่อยให้ น้ำแข็งละลายและเกิด

สภาวะสมดุลของความดันไอ (vapor pressure equilibrium) เป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง

ระดับความดันของอากาศในดินที่ได้ศึกษาได้แก่ 1, 0.5 และ 0 บรรยากาศ ได้ใช้ vacuum pump ช่วยในการปรับระดับความดันของอากาศในดินให้เท่ากับที่ต้องการ การทดลองได้กระทำเป็น 5 ซ้ำสำหรับแต่ละระดับความดันของอากาศในดิน และได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยถือว่าการทดลองเป็น 3×9 factorial experiment ตามผังการทดลอง randomized complete block

### ผลการทดลอง

ลักษณะการแจกแจงของความชื้นในดินเมื่อครบ 24 ชั่วโมง พอดีนับตั้งแต่ที่น้ำเริ่มแทรกซึมเข้าไปในดินเป็นต้นไปปรากฏในรูปที่ 2 และผลการวิเคราะห์การแจกแจงของความชื้นนี้ทางสถิติปรากฏในตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าลักษณะของการแจกแจงของความชื้นใน

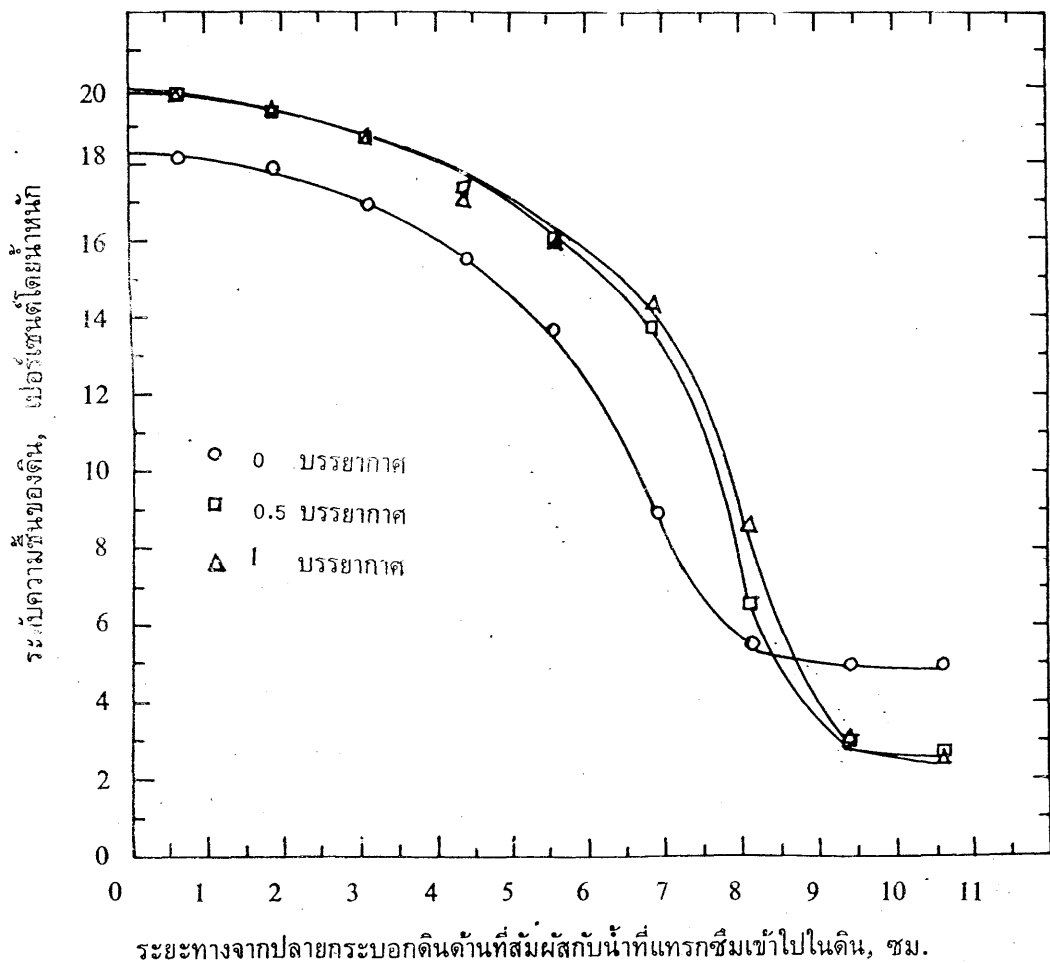
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ของข้อมูลที่แสดงการแจกแจงของความชื้นในกระบอกดิน เมื่อครบ 24 ชั่วโมงพอดี หลังจากให้น้ำได้แทรกซึมเข้าไปในกระบอกดิน

| Source of Variation | Degree of Freedom | Sum of Squares | Mean Squares | Observed F |
|---------------------|-------------------|----------------|--------------|------------|
| Replication         | 4                 | 1.6374         | 0.4093       | 1.89       |
| Treatment:          |                   |                |              |            |
| Distance ( D )      | 8                 | 5027.9083      | 628.4885     | 2902.95**  |
| Pressure ( P )      | 2                 | 56.5748        | 28.2874      | 130.66**   |
| Interaction ( DxP ) | 16                | 152.2074       | 9.5109       | 43.93**    |
| Error               | 104               | 22.5129        | 0.2165       | —          |
| Total               | 134               | 5260.7048      | —            | —          |

\*\*highly significant

ดินสำหรับระดับความดันของอากาศทั้ง 3 ระดับคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ระดับความชื้นของดินค่อนข้างจะคงที่และสูงที่สุดในช่วงประมาณ 2 ซม. จากปลายที่น้ำแทรกซึมเข้าไปในดิน แล้วลดลงโดยลำดับตามระยะทางจากผิวที่น้ำแทรกซึมเข้าไปในดิน จนน้อยที่สุดและค่อนข้างคงที่ในช่วงตั้งแต่ประมาณ 1-2 ซม. หลังจากข้อต่อระหว่างส่วนที่ชุ่มและส่วนที่แห้งของดินเป็นต้นไป อย่างไรก็ตาม ระดับความชื้นของดินที่จุดหนึ่งๆ

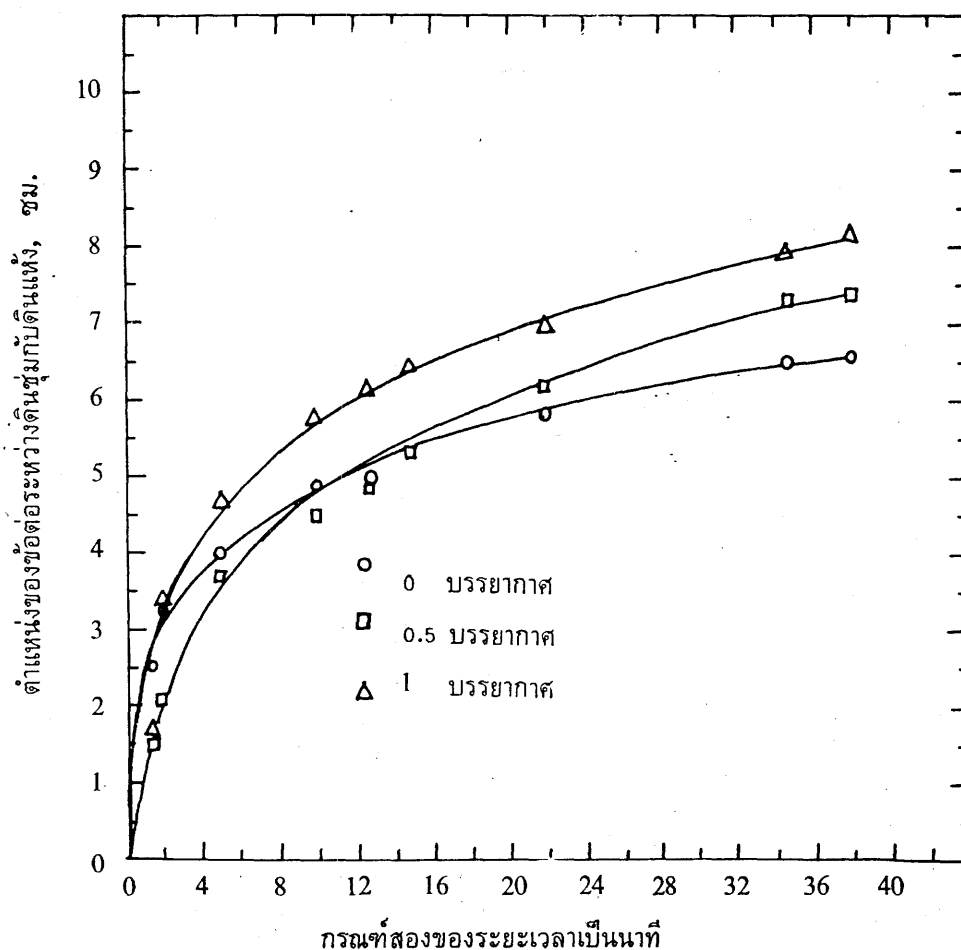
จะเป็นเท่าใดขึ้นกับทั้งความดันของอากาศในดินและระยะทางจากปลายที่น้ำแทรกซึมเข้าไปในดินถึงจุดนั้นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือ เมื่อความดันของอากาศในดินเป็น 0 บรรยากาศ ระดับความชื้นของดินในช่วง 0-3 ซม. จากปลายที่น้ำแทรกซึมเข้าไปในดินน้อยกว่า เมื่อความดันของอากาศในดินเป็น 0.5 หรือ 1 บรรยากาศประมาณ 1.5-3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก แต่ในช่วงตั้งแต่ประมาณ 9 ซม. จากปลายที่น้ำแทรก



รูปที่ 2 การแจกแจงของความชื้นในกระบอกดิน เมื่อครบ 24 ชั่วโมงพอดีหลังจากที่น้ำได้เริ่มแทรกซึมเข้าไปที่ปลายหนึ่งของกระบอกดิน

ซึมเข้าไปในดินขึ้นไป ระดับความชื้นของดิน เมื่อความชื้นของอากาศในดินเป็น 0 บรรยากาศ มากกว่าเมื่อความชื้นของอากาศในดินเป็น 0.5 หรือ 1 บรรยากาศเกือบเท่าตัว ระดับความชื้นของดินที่จุดต่างๆ ในกระบอกดิน เมื่อความชื้นของอากาศในดินเป็น 0.5 บรรยากาศเท่าๆ กันกับเมื่อความชื้นของอากาศในดินเป็น 1 บรรยากาศ นอกจากนี้ สำหรับแต่ละระดับความชื้นของอากาศในดิน อัตราการลดลงของระดับ

ความชื้นของดินตามระยะทางจากปลายที่น้ำแทรกซึมเข้าไปในดินมากขึ้นโดยลำดับ จนมากที่สุดตรงประมาณข้อต่อระหว่างส่วนที่ชุ่มและส่วนที่แห้งของดิน แล้วลดลงอย่างรวดเร็วภายในส่วนที่แห้งของดิน อัตราการลดลงของระดับความชื้นของดินตรงประมาณข้อต่อระหว่างส่วนที่ชุ่มและส่วนที่แห้งของดิน เมื่อความชื้นของอากาศในดินเป็น 0 บรรยากาศน้อยกว่าเมื่อความชื้นของอากาศในดินเป็น 0.5 หรือ 1 บรรยากาศ และ



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจากปลายกระบอกดินด้านที่น้ำแทรกซึมเข้าไปในดินถึงข้อต่อระหว่างส่วนที่แห้งกับส่วนที่ชุ่มของดินกับกรรมสองของระยะเวลานับตั้งแต่ที่น้ำได้เริ่มแทรกซึมต่อไปในดิน

ความดันของอากาศในดิน 0.5 บรรยากาศ กับ 1 บรรยากาศ ให้อัตราการลดลงของระดับความชื้นของดินที่เท่า ๆ กันตรงข้อต่อไปนี้

จำนวนความชื้นทั้งหมดที่ปรากฏในดินเมื่อคำนวณจากเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักของดินในส่วนต่าง ๆ ของกระบอกดินก่อนและหลังการแจกแจงของความชื้นในดิน กับจากความหนาแน่นรวมของดินทั้งกระบอกเท่ากับ 6, 6.8 และ ๗ มล. สำหรับความดันของอากาศในดิน 0, 0.5 และ 1 บรรยากาศ ตามลำดับ จากจำนวนทั้งหมด 7.6 มล. ที่ได้แทรกซึมเข้าไปในดิน และในจำนวน 6, 6.8 และ 7 มล. นี้ 16, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ โดยลำดับ ปรากฏในส่วนที่แห้งของดินเมื่อครบ 24 ชั่วโมงพอดีนับตั้งแต่นั้นได้เริ่มแทรกซึมเข้าไปในดิน

รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของส่วนที่ชุ่มของดินกับกราฟสองของระยะเวลาของการแจกแจงของความชื้นในดิน ซึ่งจะเห็นว่าความสัมพันธ์นี้ไม่เป็นเส้นตรง กล่าวคือ อัตราเร็วของการเพิ่มความยาวของส่วนที่ชุ่มของดินมากที่สุดในช่วง 2-4 นาทีแรก แล้วลดลงโดยลำดับในเวลาต่อไป จนเกือบเท่ากับศูนย์เมื่อครบ ๒๐ ชั่วโมงเป็นต้นไป ความยาวของส่วนที่ชุ่มของดินมีแนวโน้มที่จะมากที่สุด เมื่อความดันของอากาศในดินเป็น ๑ บรรยากาศ เริ่มตั้งแต่เมื่อครบ 4 นาทีเป็นต้นไป และมีแนวโน้มที่น้อยที่สุดเมื่อความดันของอากาศในดินเป็น 0.5 บรรยากาศ และ 0 บรรยากาศในช่วงเวลาจาก 4 นาที ถึงประมาณ 2.5 ชั่วโมง และจาก 6 ชั่วโมง ถึง 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

## วิจารณ์

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อความดันของอากาศในดินมากขึ้น แนวแบ่งเขตระหว่างส่วนที่ชุ่มกับส่วนที่แห้งของดินมีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นเด่นชัดยิ่งขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการสิ้นสุดของส่วนที่ชุ่มของดินหลังจากระยะเวลาหนึ่ง ๆ ของการแจกแจงของความชื้นในดินอาจไม่เป็นไปอย่างกะทันหันดังที่ Bodman และ Colman (6) ได้พบและ Bayer (4) ได้ให้ความเห็นไว้เสมอไป การที่แนวแบ่งเขตระหว่างส่วนที่ชุ่มกับส่วนที่แห้งของดินมีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นเด่นชัดยิ่งขึ้น เมื่อความดันของอากาศในดินมากขึ้นนั้น อาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น เมื่อความดันของอากาศในดินจำนวนหนึ่งมากขึ้น ปริมาณ (จำนวน mole) ของอากาศในดินจำนวนนั้นย่อมมากขึ้น ทำให้มีโอกาสมากขึ้นที่อากาศบางส่วนในดินจำนวนนั้นจะถูกกักบริเวณและมีความดันมากพอที่จะขัดขวาง หรือลดความชื้นจากส่วนที่ชุ่มเข้าไปยังส่วนที่แห้งของดินจำนวนนั้น จึงอาจทำให้อัตราการลดลงของระดับความชื้นของดินจากส่วนที่ชุ่มไปยังส่วนที่แห้งมากขึ้น เมื่อความดันของอากาศในดินมากขึ้น เหตุผลอีกประการหนึ่งอาจได้แก่การที่อุณหภูมิของดินตรงข้อต่อระหว่างส่วนที่ชุ่มและส่วนที่แห้งสูงกว่าเดิม (สูงกว่าเมื่อส่วนนั้น ๆ ยังแห้งอยู่) ตามรายงานของ Anderson และ Linville (2) ซึ่งอาจทำให้อากาศในส่วนที่แห้งของดินเพิ่มปริมาตรมากขึ้นโดยความดันไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และขัดขวางหรือลดการซึมของความชื้นเข้าไปในส่วนที่แห้งของดินได้ดีขึ้นเมื่อความดันของอากาศในดินมากขึ้น เหตุผลประการสุดท้ายอาจได้แก่การที่ชั้นของอนุของแก๊สที่ถูกดูดซับอยู่บนผิวของอนุภาคของดินลดการแผ่ (spreading) ของ

น้ำเหลว ไปตามผิวของอนุภาคของดินที่ยังแห้งอยู่ตาม เหตุผลทางทฤษฎีของ Gregg (8) และผลการทดลอง ของ Bangham และ Razouk (5) เกี่ยวกับการซึม ของ methyl alcohol เข้าไปในถ่านผง การลดการแผ่ ของน้ำเหลวไปตามผิวของอนุภาคของดินที่ยังแห้งอยู่นี้ น่าจะมากขึ้นเมื่อความดันของอากาศในดินมากขึ้น เพราะเมื่อความดันของอากาศในดินมากขึ้น โอกาสที่จะ เกิดการดูดซับอนุภาคที่ผิวของอนุภาคของดินย่อมมาก ขึ้น อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่า การลดความดัน ของอากาศในดินจาก ๑ บรรยากาศเป็น 0.5 บรรยากาศ มีผลกระทบที่น้อยมากต่อการแจกแจงของความชื้นใน ดิน จึงอาจเป็นไปได้ที่การเปลี่ยนแปลงของความดัน ของอากาศในดินในขณะที่ความชื้นซาบซึมเข้าไปในดิน อาจมีผลกระทบที่สำคัญหรือไม่ก็ได้ต่อการแจกแจงของ ความชื้นในดิน ซึ่งผลกระทบนี้จะเป็นลักษณะใดอาจ ขึ้นกับทั้งความถี่ของการเปลี่ยนแปลงความดัน ของอากาศในดินในขณะที่ความชื้นกำลังซาบซึมเข้าไป ในดิน และกับระดับของความดันของอากาศในดิน ก่อนที่การเปลี่ยนแปลงนั้นๆ จะเกิดขึ้น

เป็นที่น่าสนใจที่ จากจำนวนน้ำที่เท่ากัน (7.6 มล.) ที่ได้แทรกซึมเข้าไปในดิน จำนวนความชื้นที่ ปรากฏในดินหลังจากที่เกิดการแจกแจงความชื้นเป็น เวลา 24 ชั่วโมงแล้ว มีแนวโน้มที่จะลดลงในอัตราที่ มากขึ้นกับความดันของอากาศในดิน ซึ่งอาจเป็นเพราะ ว่าเมื่อน้ำได้แทรกซึมเข้าไปในดินแล้ว สัดส่วนของน้ำ จำนวนนั้นที่กลายเป็นไอเพิ่มขึ้นเมื่อความดันของ อากาศในดินลดลง การสูญเสียความชื้นโดยการแพร่ใน รูปไอออกสู่ภายนอกกระบอก ตามข้อต่อระหว่าง ring ที่ใช้ทำกระบอกดินทั้งในขณะที่กำลังมีการแจกแจงของ ความชื้นในดิน และในขณะที่ถ่ายดินจาก ring ลง

สู่กระเบื้องเพื่อนำไปวัดความชื้น จึงอาจมากขึ้นเมื่อ ความดันของอากาศในดินลดลง ข้อสันนิษฐานนี้มีทาง ที่จะเป็นจริงดังที่จะสังเกตเห็นว่าระดับความชื้นของ ส่วนที่แห้งของดิน เมื่อความดันของอากาศในดินเป็น 0 บรรยากาศมากกว่าเมื่อความดันของอากาศเป็น 0.5 หรือ ๑ บรรยากาศเกือบเท่าตัว ซึ่งแสดงว่าการแจก แจงของความชื้นเป็นไปโดยการแพร่ของไอน้ำมากขึ้น เมื่อความดันของอากาศในดินลดลง ข้อสังเกตนี้ชี้ให้ เห็นด้วยว่าแนวแบ่งเขตที่มองเห็นจากภายนอกระหว่าง ส่วนที่ชุ่มกับส่วนที่แห้งของดินอาจไม่ใช่ข้อต่อที่แท้ จริงระหว่างส่วนที่ชุ่มกับส่วนที่แห้งของดินเสมอไป ทั้งนี้ ขึ้นกับระดับของความดันของอากาศในดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของส่วนที่ชุ่ม ของดินกับกรณีที่สองของระยะเวลาของการแจกแจง ความชื้นในดินไม่เป็นเส้นตรงไม่ว่าจะเป็นที่ระดับใด ของความดันของอากาศในดิน (รูปที่ 3) ซึ่งอาจเป็น เพราะวาระดับความชื้นของดินในส่วนต่างๆ ของส่วน ที่ชุ่มของดินไม่เท่ากัน ซึ่งไม่ตรงกับในรายงานบางราย งาน (4, 6, 10) หรืออาจเป็นเพราะว่า สำหรับขบวนการแจกแจงของความชื้นของดินที่เกิดขึ้นในการทดลอง นี้ function ที่นิยมใช้ในการตัดแปลงสมการดิฟเฟอเรนเชียลตามวิธีของ Boltzman เพื่อหาลักษณะ ของการแจกแจงของความชื้นในดิน เมื่อครบระยะเวลา ต่างๆ มิได้ขึ้นกับระดับความชื้นของดินแต่อย่างเดียวนั้น แต่อาจขึ้นกับสิ่งอื่นๆ ด้วย การที่ความเร็วของ การเพิ่มความยาวของส่วนที่ชุ่มของดินมีแนวโน้มที่จะ ลดลงตามความดันของอากาศในดินลดลง ดินจึงอาจจะ ยังคงมีลักษณะภายนอกคล้ายดินแห้ง แม้ว่าจะได้รับ ความชื้นเพิ่มมากขึ้นพอที่จะถือได้ว่าเป็นดินที่ชุ่มแล้ว ก็ตาม

## เอกสารอ้างอิง

- 1 ADAM, N.K. 1941. The physics and chemistry of surfaces. Oxford Univ. Press, Humphrey Milford, London. 436 p.
- 2 ANDERSON, D.M. and A. Linville. 1962. Temperature fluctuations at a wetting front: I. Characteristic temperature-time curves. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26:14-18.
- 3 BARNES, B.S. 1940. Flood forecasting in the upper Mississippi Valley. Proc. Hydrol. Conf., Univ. of Iowa. In: G.R. Free and V.J. Palmer. Interrelationship of infiltration, air movement, and pore size in graded silica sand. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 5:390-398.
- 4 BAVER, L.D. 1956. Soil physics. John Wiley & Sons, Inc., New York. 489 p.
- 5 BERGHAM, D.H. and R. I. Razonk. 1937. Adsorption and wettability of solid surfaces. Faraday Soc. Trans. 33:1459-1563.
- 6 BODMAN, G.B. and B.A. Colman. 1943. Moisture and energy condition during downward entry of water into soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 8:116-122.
- 7 FEODOROFF, A. 1962. Water retention in soil and locking up of air (The effect of resistance to moistening and the role of organic matter). C.R. Acad. Agr. Fr. 48:533-536. (Abstr. in Soils and Fertilizers 25:445. 1962).
- 8 GREGG, S.J. 1961. The surface chemistry of solids. Reinhold Publ. Corp., New York. 393 p.
- 9 HORTON, R.E. 1940. An approach toward a physical interpretation of infiltration capacity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 5:399-417.
- 10 MOORE, R.E. 1939. Water conduction from shallow water tables. Hilgardia 12: 383-426.
- 11 POWERS, W.L. 1934. Soil water movement as affected by confined air. J. Agr. Res. 49:1125-1133.
- 12 SLATER, C.S. and H.G. Byers. 1931. A laboratory study of the field percolation rates of soils. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 232.
- 13 WILSON, L.G. and J.N. Luthin. 1963. Effect of air flow ahead of wetting front on infiltration. Soil Sci. 96:136-143.
- 14 ZIMMERMAN, B.C. 1936. Determining entrapped air in capillary soils. Eng. News. Rec. 117:186-187.