

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการพิจารณาค่าปริมาณความต้องการปุ๋ยของแต่ละชุดดินที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ 6 วิธี พบว่ามีความแตกต่างกันทั้งค่าเฉลี่ยและค่า standard error of mean (ตารางที่ 3) ทั้งนี้ น่าจะเป็นเพราะว่าในดินมีสัดส่วนของ 'forms' ที่ทำให้เกิดความเป็นกรดแตกต่างกัน และแต่ละวิธีวิเคราะห์ มีขอบเขตที่จะทำให้ปฏิกิริยากับ 'forms' ต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดกรดในดินแตกต่างกัน ดังเช่นวิธี SMP. single - buffer ซึ่งเป็นวิธีที่ได้พยายามปรับปรุง แก้ไขปัญหาของ Woodruff's buffer ที่ไม่สามารถใช้กับดินที่มีความต้องการปุ๋ยสูง และมี extractable Al (O.M. complex) อยู่มากได้ (Shoemaker et al., 1961)

ปัญหาความแตกต่างของค่าปริมาณความต้องการปุ๋ยของดินที่ได้ ที่สำคัญ น่าจะเป็นผลมาจาก ประการแรก ปริมาณแร่ดินเหนียว ซึ่งถ้ามีมากในดินก็จะทำให้ดินนั้นมีค่า C E C. สูง ซึ่งก็จะสามารถดูดตรึงประจุบวกที่ทำให้เกิดกรดมาไว้ที่ exchange site ได้มาก และถ้ายังเป็นพวกที่มี interlayer exchange site มากด้วยแล้ว ก็ยังทำให้มีการสะสมไอออนพวก hydroxy - Al อยู่ระหว่างชั้นของผลึกดินเหนียวมากขึ้นด้วย (Jackson , 1960) ในดินเนื้อละเอียดปริมาณน้ำที่จะซึมผ่านลงไปน้อยกว่าดินเนื้อหยาบ ถึงแม้ว่าจะมีอัตราการผุพังสลายตัวใกล้เคียงกัน แต่ดินเนื้อละเอียดก็จะมี base saturation สูงกว่า แต่ถ้าดินเนื้อละเอียดมีการผุพังสลายตัวสูงเป็นเวลานาน และเกือบจะไม่มี basic cations ดังนั้นในบริเวณ exchange site ก็จะอิมตัวด้วย acidic cations ซึ่งมีผลต่อปริมาณความต้องการปุ๋ยของดิน

ประการที่สอง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งมีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับค่าปริมาณความต้องการปุ๋ยของดิน (Keeney and Corey , 1963) อินทรีย์วัตถุไม่เพียงจะดูดตรึง acidic cations ที่สามารถแลกเปลี่ยนได้เท่านั้น แต่มันสามารถจะฟอร์ม complex หรือ chelate กับ acidic cations ซึ่งในกรณีนี้ก็จะไม่สามารถไล่ที่ได้ด้วยปฏิกิริยา แลกเปลี่ยนอย่างง่าย ๆ (Clark and Nichol , 1966) สำหรับไอออน และ

ไฮดรอกซีไอออนของเหล็กและอะลูมิเนียม เมื่อฟอร์ม complexes กับส่วนที่เป็น carboxyl groups ของอินทรีย์วัตถุในดิน ก็จะทำให้ส่วนนี้แสดงฤทธิ์เป็นกรดอ่อน (Martin, 1960 ; Martin and Reeve , 1960 ; Schnitzer and Skinner , 1965)

ประการที่สาม ธรรมชาติของไอออนที่ทำให้เกิดกรด ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไป ไอออนทุกชนิดที่เป็นตัวทำให้เกิดกรดจะถูกนับรวมเป็น total acidity ยกเว้น H^+ ที่ตรึงแน่น อันที่จริงในขณะที่อยู่ในระหว่างเกิดการผุพังสลายตัว แม้ H^+ จะเข้าไปไล่ที่ basic cations ได้ แต่ก็เข้าไปสะสมอยู่ในปริมาณที่จำกัด (Jackson, 1960) เมื่อยังมี H^+ อยู่มากในสารละลายดิน มันก็จะเข้าทำปฏิกิริยากับผลึกแร่ดินเหนียวเกิด internal adsorption ในขณะที่เดียวกันก็จะปลดปล่อย Al^{+3} ออกมา ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการลดปริมาณ H^+ ในสารละลายดินลง ทำให้ pH สูงขึ้น จะเป็นสาเหตุให้เกิด neutralization ของ Al^{+3} บางส่วน และเกิด hydroxy - Al ขึ้น เช่น $Al(OH)^{+2}$ และ $Al(OH)_2^+$ เป็นต้น ซึ่งนอกจากมันสามารถจะฟอร์ม complexes กับอินทรีย์วัตถุได้แล้ว มันยังฟอร์ม polynuclear complexes จนอาจจะกลายเป็นชั้นอีกชั้นหนึ่ง หรือ เกิดเป็นหย่อม ๆ บนบริเวณพื้นผิวของผลึกแร่ดินเหนียว (Schwertmann and Jackson , 1964 ; de Villiers and Jackson , 1967) ซึ่งส่วนที่เป็นประจุบวกของ hydroxy - Al นี้เอง ที่จะเป็นตัวทำให้เกิด neutralized บริเวณที่แลกเปลี่ยนประจุได้ ของอินทรีย์วัตถุ และแร่ดินเหนียว ฉะนั้นจึงกีดกันการเกิดการแลกเปลี่ยนของประจุอื่น ๆ ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการลดค่า C E C. ของดินกรดลง (de Villiers and Jackson , 1967) สำหรับ Hydroxy - Fe ก็แสดงบทบาทในทำนองเดียวกัน แต่จะเกิดขึ้นในระดับ pH ที่ต่ำกว่า (Coleman and Thomas , 1964) เนื่องจากมี polynuclear complexes ของ hydroxy - Al & Fe เพียงบางส่วนที่ถูก neutralized ดังนั้นมันจึงเป็นเสมือนประจุบวกที่ทำให้เกิดกรด จึงเป็นตัวทำให้ปริมาณความต้องการปูนของดินสูงขึ้น โดยที่สารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้บางชนิดอาจจะไม่ทำปฏิกิริยาหรือไม่ก็เข้าไปถึง (ทำปฏิกิริยาไม่หมด) อย่างไม่อย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่าง จึงทำให้ค่าปริมาณความต้องการปูนที่ได้ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

Functional groups หลายชนิดที่มีอยู่ที่ผิวของอินทรีย์วัตถุ และผลึกแร่ดินเหนียวจะเกิดการแตกตัวให้ H^+ จาก coordinate covalent bond ได้เมื่อ pH ของดินสูงขึ้น อย่างเช่น เมื่อมีการใส่ปุ๋ย ปรากฏที่เกิดขึ้นจากการแตกตัวของ H^+ ออกมา เรียกว่าเป็น pH dependent charges ซึ่งมันจะสามารถดูดซับประจุบวกอื่น ๆ ได้ในเวลาเดียวกันกับที่ H^+ ถูก neutralized และจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเพิ่มค่า pH ให้สูงขึ้น เท่านั้นการที่ค่า pH เริ่มลดลงจะทำให้เกิดการตรึง H^+ และพวก basic cations ก็จะถูกปลดปล่อยออกมาสู่สารละลายดิน ซึ่งไม่ถูกพืชดูดไปใช้ก็จะถูกชะล้างลงสู่เบื้องล่าง (McLean , 1970)

ในสภาพที่ดินเป็นกรดอย่างรุนแรง (pH ประมาณ 4) H^+ ที่มีอยู่ส่วนใหญ่จะถูกตรึงที่ exchange sites และมีปรากฏอยู่น้อยในสารละลายดิน ในขณะที่ อะลูมิเนียมส่วนใหญ่จะเป็น Al^{+3} จะมีบ้างเพียงเล็กน้อยที่เป็น hydroxy - Al ที่ตรึงอยู่บริเวณ exchange sites ในกรณีดินมี pH สูงขึ้นมาเล็กน้อย ไอออนส่วนใหญ่จะกลายเป็นพวก hydroxy - Al ทั้งที่อยู่ในสารละลายดิน และที่ตรึงอยู่บน exchange sites และหากมีการปรับปฏิกิริยาดินให้สูงขึ้นจนเป็นกลาง ไอออนจะถูก neutralized ตามลำดับคือ H^+ , Al^{+3} , $Al(OH)^{+2}$, $Al(OH)_2^+$ และ H^+ อื่น ๆ ที่เป็นพวก pH - dependent (Schwertmann and Jackson , 1964 ; Coleman and Thomas , 1967) ปกติดินที่มีเปอร์เซ็นต์ของ H^+ , และ Al^{+3} อยู่สูง จะมีปริมาณความต้องการปุ๋นต่ำกว่าดินที่มี hydroxy - Al และ pH - dependent acidity อยู่สูง ซึ่งสัดส่วนที่ปรากฏในดินของไอออนเหล่านี้เอง จะเป็นสิ่งที่ทำให้ค่าปริมาณความต้องการปุ๋นที่ได้จากการใช้สารละลายบัฟเฟอร์บางอย่างไม่ถูกต้อง และแตกต่างกัน ดังพิจารณาได้จากค่าพิสัย , ค่าเฉลี่ย และ standard error of mean ของแต่ละชุดดินที่มีสมบัติแตกต่างกันที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 - 3 อย่างไรก็ตาม จากการทดลองสามารถแบ่งกลุ่มวิธีวิเคราะห์ปริมาณความต้องการปุ๋นออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ให้ค่าปริมาณความต้องการปุ๋นต่ำซึ่งได้แก่ วิธี Woodruff และ SMP. single - buffer และกลุ่มที่ให้ค่าปริมาณความต้องการปุ๋นสูง ได้แก่วิธี Adams and Evans , Dunn และ Vietch ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 1 เมื่อพิจารณาจากค่าพิสัย , ค่าเฉลี่ย และค่า standard error of mean

ของแต่ละวิธี จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเข้าไป neutralized ไอออนต่าง ๆ ที่ปรากฏในดิน ของสารละลายและวิธีการที่ใช้ ได้แตกต่างกัน แม้กระทั่งวิธีวิเคราะห์เดียวกัน แต่เทคนิควิธีผิดไปก็อาจจะให้ผลแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่นวิธี Vietch ถ้าใช้เวลาในการต้มจนแห้ง หรือ hot plate มีอุณหภูมิต่างกันค่าวิเคราะห์ของชุดดินเดียวกันที่ได้จะแตกต่างกัน หรืออย่างวิธี SMP. single - buffer เวลาที่ใช้ในการเขย่า และตั้งทิ้งไว้จะมีความสำคัญมาก แต่จำนวนรอบของการเขย่าที่ต่างกัน เช่น 250 และ 200 รอบ/นาที จะมีผลต่อค่า pH ของดิน + บัฟเฟอร์ ที่วัดได้เพียงเล็กน้อย (McLean , 1982) ดังนี้ เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องระมัดระวัง

จากการนำค่าปริมาณความต้องการปูนของแต่ละวิธีมาหาความสัมพันธ์กันพบว่า ในแต่ละคู่กรณีจะให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha = 0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 6 แต่เมื่อพิจารณาปรากฏว่า วิธี mod.Woodruff (W_2) กับวิธี SMP. single - buffer และวิธี Adams and Evans กับวิธี Dunn และ วิธี Vietch ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงมาก และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่กรณีดังกล่าว พบว่ามีความใกล้เคียงกัน ก็อาจจะกล่าวได้ว่าสารละลายของคู่วิเคราะห์ ที่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน น่าจะมีความสามารถเข้าไป neutralized ไอออนแต่ละชนิดในดินได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าจะนำไปศึกษาต่อไป

จากการวัดปฏิกิริยาของดินร่วนปนตะกอนชุดบางนรา ดินร่วนเหนียวปนทรายชุดโคกเคียน และดินเหนียวชุดระโนด ในกระถางหลังคลุกปูนขาว อัตราต่าง ๆ ปรากฏว่าค่าปฏิกิริยาดินที่วัดได้เมื่อ 6 และ 12 เดือน ในแต่ละตำรับการทดลองไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากว่าดินอยู่ในกระถางที่มีจานรองและปล่อยให้ได้รับความชื้นตามธรรมชาติ จึงทำให้ดินมีการชะล้างน้อยมาก จากภาพที่ 2 ทำให้ทราบว่าดินชุดบางนรา ระโนด และโคกเคียน มีค่าปริมาณความต้องการปูน 225 , 490 และ 525 กิโลกรัม $\text{Ca(OH)}_2 / \text{ไร่}$ ตามลำดับ เมื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าวิเคราะห์ปริมาณความต้องการปูนของดินเหล่านี้ที่ได้จาก 6 วิธี (ตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่า วิธี SMP. single - buffer ให้ค่าปริมาณความต้องการปูนทั้งสามชุดดินใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดลองในกระถาง ส่วนกลุ่มวิธีที่ให้ค่าปริมาณความต้องการปูนสูง จะให้

ค่าปริมาณความต้องการปูนของทั้งสามชุดดิน สูงกว่ามาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินชุด โศกเคียนและระโนด ซึ่งเป็นดินเนื้อละเอียด

จากการทดลองคลุกปูนขาวอัตราต่าง ๆ ลงบนแปลงดินร่วนชุดทุ่งหว้า แล้ววัดปฏิกิริยาดินเมื่อระยะเวลาต่าง ๆ และศึกษาการเคลื่อนที่ของปูนลงไปสะสมในชั้นดิน โดยพิจารณาจากปริมาณ exchangeable Ca ที่เปลี่ยนไป เมื่อ 1 ปี หลังคลุกปูน (ตารางที่ 8 และ 9 ; ภาพที่ 3) ปรากฏว่า ปฏิกิริยาดินจะเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อระยะเวลาเกิน 6 เดือนหลังคลุกปูน แสดงว่าชุดดินนี้ปฏิกิริยาจะถึงจุด equilibrium เมื่อใช้เวลาประมาณ 6 เดือน และปูนส่วนใหญ่ยังสะสมอยู่ในระดับ 0 - 20 เซนติเมตร ส่วนชั้นดินที่ระดับลึกลงไปก็มีการชะล้างลงไปสะสมบ้างจนกระทั่งถึงระดับความลึก 60 เซนติเมตร เมื่อนำค่าปฏิกิริยาของดินชั้นไทรพรวนที่วัดได้ มาพิจารณาร่วมกับค่าวิเคราะห์ปริมาณความต้องการปูนของดินชุดทุ่งหว้าที่ได้จาก 6 วิธี ปรากฏว่าดินในแปลงที่ใส่ปูนขาว 500 กิโลกรัม/ไร่ แล้วปล่อยทิ้งไว้ 6 เดือน มี pH 6.48 (ตารางที่ 8) และวิธี Adams and Evans และวิธี Dunn ให้ค่าวิเคราะห์ปริมาณความต้องการปูนของดินชุดนี้เท่ากับ 606 และ 594 กิโลกรัม Ca(OH)_2 / ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) วิธี Vietch ให้ค่าวิเคราะห์ สูงเกินไปเล็กน้อย ส่วนอีกกลุ่มวิธีหนึ่งให้ค่าวิเคราะห์ต่ำกว่าความเป็นจริงที่ปรากฏในสภาพแปลงปลูก

จากการที่ Adams (1984) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีที่แม่นยำที่สุดน่าจะเป็นวิธีการ titration ด้วยสารละลาย Ca(OH)_2 ซึ่งยังคงใช้กันอยู่ที่ห้องปฏิบัติการในรัฐหลุยส์ - เซียนา แต่ก็ เป็นวิธีที่ไม่เหมาะจะใช้กับจำนวนตัวอย่างดินมากมาย ที่ต้องวิเคราะห์ในแต่ละวัน และจากการพิจารณาความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกันมากระหว่างวิธี (ตารางที่ 6) , ค่าพิสัย ค่าเฉลี่ย และค่า standard error of mean (ตารางที่ 4 และภาพที่ 1) เป็นการเพิ่มเติม จึงเห็นควรว่าน่าจะใช้วิธีวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการปูนของดินกรด ภาคใต้ ตามแบบวิธีของ Adams and Evans ซึ่งเป็นวิธีที่น่าเชื่อถือ สะดวก รวดเร็ว และใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด (Adams and Evans , 1962) และควรใช้วิธีการใส่ปูนแบบแบ่งใส่ เพื่อป้องกันปัญหาสภาพเกินปูน

สำหรับในกรณีดินอินทรีย์ชุดนครราชสีมา ซึ่งมีสมบัติต่าง ๆ แตกต่างไปจากดินร่วนมาก แม้ว่าค่าวิเคราะห์ที่ได้จากกลุ่มวิธีที่ให้ค่าวิเคราะห์สูง จะมีลักษณะเป็นไปในทำนองเดียวกันกับดินร่วน แต่ในกลุ่มวิธีที่ให้ค่าวิเคราะห์ต่ำ มีลักษณะแตกต่าง ดังนั้นจึงเห็นควรที่จะมีการศึกษาหาวิธีวิเคราะห์ ที่ให้ความถูกต้องแม่นยำ เป็นกรณีเฉพาะต่อไป

