

การสร้างตัวของฮิวมัสจากอัลฟัลฟาในตัวอย่างดินชั้น A ของ Hapludult และ Paleustult และชั้น B ของ Dystrandept

ประสพ วีรกรพานิช¹ Koji Wada² และ Shin-Ichiro Wada²

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาปริมาณและธรรมชาติของสารฮิวมิกที่สร้างตัวจากการบ่มด้วยอัลฟัลฟาในระยะสั้นของดิน 3 กลุ่ม ซึ่งมีองค์ประกอบของแร่ดินเหนียวหลักที่แตกต่างกันคือ Hapludult (อัลลอยไซต์และเวอร์มิคูไลท์) ชั้น Ap, Paleustult (เคโอลิไนท์) ชั้น Ap และ Dystrandept (อัลโลเฟน และอิโมโกไลท์) ชั้น B ทำการบ่มในจานแก้วเป็นระยะเวลา 30 วันหลังจากใส่อัลฟัลฟา (3 และ 5 กรัม/100 กรัม)

ปริมาณคาร์บอนรวมของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณการใส่อัลฟัลฟา อัตราการลดลงของปริมาณคาร์บอนรวมในระหว่างการบ่มเป็นไปอย่างรวดเร็วในระยะ 10 วันแรก จากนั้นจะเริ่มช้าลง ความสามารถในการรักษาคาร์บอนที่ใส่ใน Dystrandept (74 และ 76%) สูงกว่าใน Hapludult (35 และ 45%) และ Paleustult (39 และ 43%) C/N ratio ของฮิวมัสที่สร้างตัวจากอัลฟัลฟาคาดว่ามากกว่า 7.0 และอัตราของอัลฟัลฟาที่ใส่ไม่มีผลต่อการลดลงของ C/N ratio การวิเคราะห์ฮิวมัสและกรดฮิวมิกที่สกัดด้วย 0.5% NaOH ชี้ว่าฮิวมัสที่สร้างตัวขึ้นใหม่กับฮิวมัสที่อยู่เดิมในดินมีความคล้ายคลึงกันมากใน Hapludult กว่าใน Paleustult และ Dystrandept ผลทางธรรมชาติของฮิวมัสสามารถสรุปในภาคของความแตกต่างในชนิดของแร่ดินเหนียวหลัก

การสะสมฮิวมัสในดินเริ่มต้นด้วยการฮิวมิฟิเคชัน (humification) ของซากพืชหรือสัตว์ที่ใส่ลงไปในดิน วัสดุฮิวมิไฟด์ (humified) ที่สร้างตัวขึ้นใหม่ ทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบของดินและเปลี่ยนไปอยู่ในรูปเสถียรโดยเฉพาะที่มีการผ่านการรวมตัวแบบออกซิเดทีฟ (oxidative) และโพลิเมอไรเซชัน (polymerization) ในขณะเดียวกันการสลายตัวของฮิวมัสส่วนหนึ่งก็จะเกิดอย่างต่อเนื่องในดิน ขบวนการเหล่านี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ภูมิอากาศ ชนิดของพืชพรรณ กิจกรรมมนุษย์ และกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน ซึ่งเป็นข้อวิพากษ์ของนักวิจัยเกี่ยวกับฮิวมัสในดินหลายท่าน (Kononova, 1961; Allison, 1973)

Allison et al. (1949) และ Lynch et al. (1956) ได้ศึกษาอิทธิพลของชนิดแร่ดินเหนียวต่อการสลายตัวของสาร

อินทรีย์หลายชนิด เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และวัสดุพืชที่แตกต่างกัน พบว่ามอนต์มอริลโลไนท์ (montmorillonite) สามารถชะลอการสลายตัวของสารอินทรีย์ได้ดีกว่าเคโอลิไนท์ (kaolinite) และอิลไลท์ (illite) Wada and Inoue (1967) และ Inoue and Wada (1968) แสดงให้เห็นว่าการรักษาและการดูดซับ humified clover โดยอัลลอยไซต์ (halloysite) และมอนต์มอริลโลไนท์ มีขอบเขตจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับอัลโลเฟน (allophane) และอิโมโกไลท์ (imogolite) ประสพ และ Wada (2530) สรุปว่าแร่ดินเหนียวมีบทบาทสำคัญในการสะสมของอินทรีย์วัตถุในดิน

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อศึกษาปริมาณและธรรมชาติของฮิวมัสที่สร้างตัวขึ้นมาจากการบ่มอัลฟัลฟาในระยะสั้นในดินที่มีองค์ประกอบของแร่ดินเหนียวที่แตกต่างกัน

¹ กองปรุพิทยา กรมวิชาการเกษตร

² ภาควิชาเคมีเกษตร, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยกิวชู

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง ตัวอย่างดิน อัลฟัลฟา และวิธีการบ่ม

สถานที่เก็บตัวอย่างและชั้นดินตลอดจนข้อมูลค่าวิเคราะห์ของดินทั้ง 3 กลุ่ม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ผึ่งตัวอย่างดินให้แห้งในที่ร่มบดด้วยสากไม้แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. อัลฟัลฟา

ตารางที่ 1 กลุ่มดิน, สถานที่เก็บและค่าวิเคราะห์ของดิน 3 ตัวอย่าง

กลุ่มดิน (Great Soil Group)	สถานที่เก็บ	ชั้นดิน	องค์ประกอบ แร่ดินเหนียวหลัก	ดินเหนียว (%)	อินทรีย์วัตถุ	CEC (meg/100 g)
Hapludult (Red-yellow soil)	Takeda chemical Industries Ltd., Fukuchiyama Farm, ประเทศญี่ปุ่น	Ap	เคโอลิน, ไมก้า และ เวอร์มิคูไลท์	— ¹	1.9	8.0
Paleustult (Reddish brown Lateritic soil)	สถานีทดลองพืชไร่ พระพุทธบาท, ลพบุรี ประเทศไทย	Ap	เคโอลิน	33	1.6	6.0
Dystrandept (Ando soil)	Uemura, Kuma, Kumamoto, ประเทศญี่ปุ่น	B	อัลโลเฟน และ อิโมโกไลท์	30	3.4	15.0

¹ ไม่ได้พิจารณาวิเคราะห์

การวิเคราะห์คาร์บอนและการแยกลักษณะของฮิวมัส

วิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนรวมของตัวอย่างดินแห้งโดยวิธีของ Tyurin (Kononova, 1961) ต้มตัวอย่างที่ถูกออกซิไดซ์ด้วย 0.4 N $K_2Cr_2O_7$ ในอ่างน้ำมันที่อุณหภูมิ 150° เซลเซียสและใช้ 0.2% ของสารละลายกรด phenylanthranilic เป็นตัวชี้ในการเปลี่ยนสีของไดโครเมทกับเฟอร์รัส อีออน

วิธีการของ Kobo และ Oba (Oba, 1964) ที่ถูกพัฒนาได้นำมาใช้สำหรับการแยกลักษณะของฮิวมัส ฮิวมัสถูกสกัดจากตัวอย่างด้วย 0.5% NaOH ในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที กรดฮิวมิกและฟุลวิกในส่วนที่สกัดได้ถูกแยกออกจากกันโดยการเติมกรดซัลฟูริก กรดฟุลวิกจะแยกตัวผ่านกระดาษกรองและคงเหลือแต่กรดฮิวมิก ส่วนตกค้างของกรดฮิวมิกถูกทำให้ละลายโดยสารละลาย 0.1% NaOH การดูดแถบของแสงของสารละลายกรดฮิวมิกที่ 400 และ 600 นาโนเมตร (K_{400} และ K_{600}) วัดโดย Shimadzu spectrophotometer UV 120-02 วัด

ที่อัดเม็ด (alfalfa meal) ถูกนำมาบดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.25 มม. และผสมกับดินในอัตรา 3 และ 5 กรัม/100 กรัมดิน ในช่วงการบ่มรักษาระดับความชื้นที่ประมาณ 50% ของ water holding capacity แต่ละตัวอย่างบ่มในจานแก้ว (petridish) ปิดด้วยโพลีเอทรีลีน ฟิล์ม การบ่มใช้เวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 25° เซลเซียส และทำการปรับความชื้นทุก ๆ 7 วัน

ปริมาณของคาร์บอนในสารละลายกรดฮิวมิกและกรดฟุลวิกโดยไตเตรทกับเปอร์มังกาเนท และคำนวณเปอร์เซ็นต์ของกรดฮิวมิกใน humus ที่สกัดได้ (PQ) การแยกลักษณะกรดฮิวมิก $\Delta \log K = \log (K_{400}/K_{600})$ และ $RF = (K_{600} \times 1000)/Y$ ถูกคำนวณเมื่อ Y คือปริมาณของ 0.1 N $KMnO_4$ (มล.) ที่ใช้โดย 30 มล. ของสารละลายกรดฮิวมิก

สำหรับการตรวจสอบอินฟราเรด (IR) ล้างกรดฮิวมิกที่แยกได้ด้วยน้ำ 2 ครั้งแล้วทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้องหรือที่ 50° เซลเซียส ในตู้อบเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดกับ KBr เพื่อทำแผ่นตัวอย่าง (disc) สำหรับให้ IR ผ่าน แถบแสงที่ถูกดูดซับจะอยู่ระหว่าง 4,000 ถึง 800 cm^{-1} ซึ่งรายงานอยู่ใน IR JASCO A-3 โมเดล

วิธีการไตเตรทคอลลอยด์ (colloid) (Senju, 1969) เพื่อใช้วัดปริมาณของกลุ่มคาร์บอกซิล (COOH) ในกรดฮิวมิก สารละลายกรดฮิวมิกที่ประกอบด้วย 0.1-0.2 มก. ของคาร์บอน

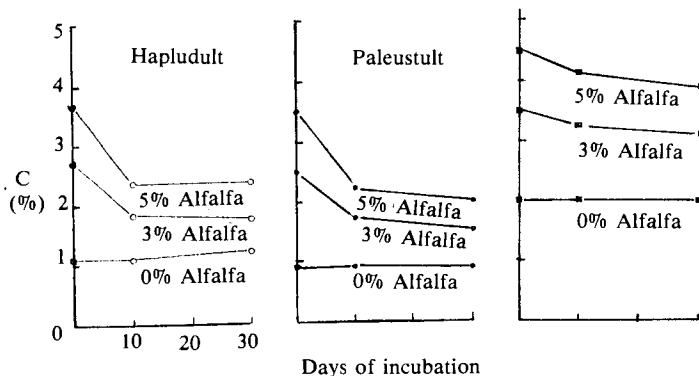
ถูกนำมาปรับ pH เป็น 5.0 ด้วยสารละลายกรดอะซิติก นำ 2 มล. ของสารละลาย N/200 ไกลคอล ชิโตซาน (glycol chitosan) ผสมด้วย 3 หยดของสารละลาย 0.1% โทลูอิดีนสีน้ำเงิน (toluidine blue) หลังจากนั้นนำไปไตเตรทกับสารละลาย N/400 โพลีไวนิล แอลกอฮอล์ซัลเฟต (polyvinyl alcohol sulfate) จนกระทั่งสีน้ำเงินของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง การไตเตรทที่ใช้สารละลายดังกล่าวแต่ไม่มีกรดชีวมิติทำควบคู่กันไปเป็น blank ปริมาณของกลุ่ม COOH คำนวณจากผลแตกต่างระหว่าง blank กับตัวอย่างสารละลายซึ่งมีกรดชีวมิติ

ผลการทดลอง

เปรียบเทียบการสะสมของอินทรีย์วัตถุของดิน

ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดของดินทั้ง 3 ตัวอย่างใส่อัลฟัลฟา (ภาพที่ 1) การลดลงของปริมาณคาร์บอนระหว่างการบ่มเป็นไปอย่างรวดเร็วในระยะแรก และจะเริ่มช้าลงภายหลัง 10 วัน ปริมาณของคาร์บอนในดินที่ไม่ได้ใส่อัลฟัลฟาไม่เปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองปริมาณของคาร์บอนรวมของดินที่ใส่และไม่ใส่อัลฟัลฟาใน Dystrandept สูงกว่า Hapludult และ Paleustult การเพิ่มอัตราการใช้อัลฟัลฟาสามารถเพิ่มอัตราการสะสมของคาร์บอนในดินทั้ง 3 (ตารางที่ 2) การเก็บรักษาของอินทรีย์วัตถุพบว่าใน Dystrandept (74 และ 76%)

มีปริมาณสูงกว่าใน Hapludult (35 และ 45%) และใน Paleustult (39 และ 43%)



ภาพที่ 1 ปริมาณคาร์บอนรวมที่เปลี่ยนแปลงไปของดินและดินผสมอัลฟัลฟาที่ถูกบ่ม

เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนที่สกัดได้ต่อคาร์บอนรวม (extracted C/total C) สำหรับตัวอย่างที่ใส่อัลฟัลฟาอยู่ระหว่าง 30 ถึง 51 (ตารางที่ 2) การเพิ่มอัตราอัลฟัลฟามีผลต่อสัดส่วน (ratio) ของ extracted C/total C สำหรับ Paleustult กับ Dystrandept แต่ไม่มีผลสำหรับ Hapludult กล่าวคือ extracted C/total C เพิ่มขึ้นสำหรับ Dystrandept และลดลงสำหรับ Paleustult extracted C/total C ratio ของตัวอย่างดินที่ไม่ได้ใส่อัลฟัลฟาสูงสุดสำหรับ Hapludult (50%) รองลงมาคือ Paleustult (49%) และ Dystrandept (17%) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ส่วนการวิเคราะห์จากการบ่มอัลฟัลฟาในระยะ 30 วันสำหรับดินสามตัวอย่าง

กลุ่มดิน อัตราอัลฟัลฟา	ปริมาณคาร์บอนรวม		อัตราของ การเก็บรักษา คาร์บอน	คาร์บอน ที่สกัดได้	สัดส่วนของ คาร์บอนที่สกัดได้ คาร์บอนรวม
	วันของการบ่ม	30			
Hapludult					
0% อัลฟัลฟา	1.12	1.19	—	0.59	50
3% "	2.64	1.72	35	0.87	51
5% "	3.65	2.33	45	1.17	50
Paleustult					
0% อัลฟัลฟา	0.90	0.90	—	0.44	49
3% "	2.48	1.52	39	0.65	43
5% "	3.53	2.02	43	0.82	41
Dystrandept					
0% อัลฟัลฟา	1.98	2.00	—	0.34	17
3% "	3.50	3.12	74	0.94	30
5% "	4.51	3.92	76	1.60	41

pH ของดิน และ C/N ratio

ในตารางที่ 3 pH ของดินหลังจากการบ่ม 30 วันเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการใส่อัลฟัลฟาใน Hapludult และ Paleustult แต่เพิ่มเพียงเล็กน้อยใน Dystrandept

ค่า C/N ratio ของอัลฟัลฟาในระยะที่เริ่มบ่มคำนวณจากผลต่างของปริมาณคาร์บอนหารด้วยผลต่างของไนโตรเจนระหว่างตัวอย่างที่ใส่และไม่ใส่อัลฟัลฟา (ตารางที่ 3) ได้ค่าเฉลี่ยประมาณ 14.4 ส่วนค่าเฉลี่ย C/N ratio ของชีวมีสที่สร้างตัวมาจากอัลฟัลฟาของดินทั้ง 3 กลุ่มนั้นมากกว่า 7.0 เมื่อใส่

อัลฟัลฟาลงไปดิน ค่า C/N ratio ของ Hapludult และ Paleustult เพิ่มขึ้น แต่ของ Dystrandept ลดลง อย่างไรก็ตามหลังจาก 30 วันของการบ่มค่า C/N ratio ของดินทั้งสามลดลงและการเพิ่มอัตราอัลฟัลฟาไม่มีผลต่อการลดลงของ C/N ratio แต่การเพิ่มอัตราอัลฟัลฟาที่ใส่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้นหลังการบ่ม 30 วัน และทำให้ค่า C/N ratio ของชีวมีสที่สร้างมาจากอัลฟัลฟาเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดใน Dystrandept (8.22 ถึง 9.50) ในขณะที่เกือบไม่พบความเปลี่ยนแปลงใน Hapludult (6.44 ถึง 6.65) และ Paleustult (7.50 ถึง 7.45)

ตารางที่ 3 pH ของดินและ C/N ratio ของดิน 3 ตัวอย่างจากการบ่มอัลฟัลฟาในระยะ 30 วัน

กลุ่มดินและ อัตราอัลฟัลฟา	pH ของดิน ¹⁾		คาร์บอน ²⁾		ไนโตรเจน ²⁾		คาร์บอน/ไนโตรเจน	
	1	30	1	30	1	30	1	30
ระยะเวลาการบ่ม (วัน)								
%								
Hapludult								
0% อัลฟัลฟา	6.0	5.8	1.04	—	0.12	—	8.8	—
3% "	6.1	6.5	—	1.62	—	0.21	—	7.7
5% "	6.1	6.8	3.09	2.17	0.26	0.29	11.9	7.5
Paleustult								
0% อัลฟัลฟา	6.0	6.0	0.86	—	0.08	—	10.8	—
3% "	6.1	7.3	—	1.46	—	0.16	—	9.1
5% "	6.1	7.6	2.98	1.68	0.23	0.19	13.0	8.8
Dystrandept								
0% อัลฟัลฟา	6.5	6.4	1.72	—	0.11	—	15.6	—
3% "	6.3	6.5	—	2.46	—	0.20	—	12.3
5% "	6.4	6.7	4.31	3.05	0.29	0.25	14.9	12.2

¹ ดิน : น้ำ = 1 : 2.5

² โดยวิธี dry combustion และ semimicro-Kjeldahl ซึ่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการกลาง มหาวิทยาลัยกิว

ปริมาณและธรรมชาติของชีวมีสในดินและที่สร้างตัวขึ้นใหม่

ปริมาณคาร์บอนของกรดชีวมีคและฟูลวิก เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการใส่อัลฟัลฟาหลังจากบ่มได้ 30 วัน ยกเว้นใน Paleustult (ตารางที่ 4) ค่า PQ สำหรับดินทั้งสามอยู่ระหว่าง 30 ถึง 54% เมื่อเพิ่มอัตราการใส่อัลฟัลฟา ค่า PQ ลดลงใน Paleustult และ Dystrandept แต่ไม่ลดลงใน Hapludult ค่า RF และ $\Delta \log K$ ซึ่งว่ากรดชีวมีคที่สกัดได้จากตัวอย่างทั้งหมดใน Hapludult เป็นชนิด Rp ส่วนกรดชีวมีคที่สกัดได้จากตัวอย่างที่ไม่ใส่และใส่อัลฟัลฟาของ Paleustult เป็นชนิด B และ Rp และของ Dystrandept เป็นชนิด A และ B ตามลำดับ ดีกรีของชีวมีคที่เพิ่มขึ้น (degree of humification) ของกรด

ชีวมีคที่มีอยู่เดิมในดินมีระดับสูงใน Dystrandept (RF = 94, $\Delta \log K = 0.578$) ระดับกลางใน Paleustult (RF = 66, $\Delta \log K = 0.668$) และระดับต่ำใน Hapludult (RF = 22, $\Delta \log K = 0.846$) ดีกรีของชีวมีคที่เพิ่มขึ้นของกรดชีวมีคที่สร้างตัวขึ้นใหม่ก็แสดงค่า RF และ $\Delta \log K$ ในทำนองเดียวกันกรดชีวมีคที่มีอยู่เดิมในดิน (ตารางที่ 4)

ปริมาณ COOH ของกรดชีวมีคอยู่ระหว่าง 1.8 ถึง 3.3 meg/100 g และลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของอัลฟัลฟาที่ใส่ (ตารางที่ 4) ปริมาณ COOH ของตัวอย่างดินที่ไม่ใส่และใส่อัลฟัลฟามีสูงใน Dystrandept กลางใน Paleustult และต่ำใน Hapludult

ตารางที่ 4 ปริมาณและคุณสมบัติบางประการของกรดฮิวมิกที่เปลี่ยนไปจากการบ่มด้วยอัลฟัลฟา ในอัตราที่ต่างกันเป็นเวลา 30 วัน

กลุ่มดินและอัตราอัลฟัลฟา	ฮิวมัสคาร์บอนที่สกัดได้	ฮิวมิกคาร์บอนที่สกัดได้	ฟูลวิกคาร์บอนที่สกัดได้	กรดฮิวมิก				
				PQ	RF	$\Delta\log k$	ปริมาณ COO^-	ชนิด
มก./ก.ดิน				meg/g				
Hapludult								
0% อัลฟัลฟา	5.9	2.2	3.7	39	22	0.846	2.28	Rp
3% "	8.7	2.7	6.0	33	19	0.886	2.00	Rp
5% "	11.7	4.2	7.5	39	17	0.911	1.80	Rp
Paleustult								
0% อัลฟัลฟา	4.4	2.2	2.2	54	66	0.668	3.04	B
3% "	6.5	2.9	3.6	47	30	0.824	2.13	Rp
5% "	8.2	2.8	5.4	37	26	0.877	2.07	Rp
Dystrandept								
0% อัลฟัลฟา	3.4	1.3	2.1	40	94	0.578	3.17	A
3% "	9.4	3.5	5.9	39	73	0.609	3.34	B
5% "	16.0	4.4	11.6	30	60	0.628	2.28	B

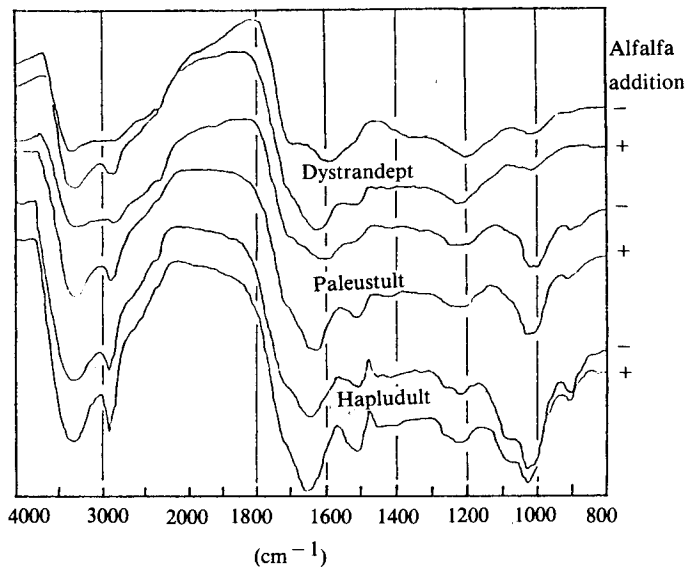
IR spectra ของกรดฮิวมิก

ตามภาพที่ 2 IR spectra ของกรดฮิวมิกที่แยกจากตัวอย่างดินที่ไม่ใส่และใส่อัลฟัลฟาแสดงแถบการดูดแสงที่ 3,400-3,300 cm^{-1} (hydrogen-bonded O-H stretch) 2,940 cm^{-1} (aliphatic C-H stretch of COOH) 1,650-1,580 cm^{-1} (C = O amide, aromatic C = C หรือ C = O ของ carbonyl, และ COO^-) 1,460 และ 1,420 cm^{-1} (aliphatic C-H deformation) 1,265-1,215 cm^{-1} (C-O stretch or OH-deformation of COOH) และ 1,080 1,030 และ 910 cm^{-1} (Si-O silicate impurities)

โดยทั่วไปแล้ว กรดฮิวมิกที่มีค่า humified น้อยจะให้แถบที่ดูดแสงอย่างเด่นชัดที่ 2,940 1,650 1,510 และ 1,280-1,215 cm^{-1} (Kumada และ Aizawa, 1958) ความแตกต่างอันนี้จะเห็นชัดใน Paleustult และ Dystrandept มากกว่าใน Hapludult

วิจารณ์

การใส่อัลฟัลฟาในดิน 3 กลุ่มที่มีองค์ประกอบของแร่ดินเหนียวแตกต่างกัน (ตารางที่ 1) มีผลทำให้มีการเพิ่มอินทรียวัตถุไม่เท่ากันเนื่องจากใน Dystrandept ซึ่งมีแร่ดินเหนียว



ภาพที่ 2 แถบแสงอินฟราเรดของกรดฮิวมิกจากดินทั้ง 3 ชนิดทั้งที่ผสม (+) ด้วยอัลฟัลฟา (5 กรัม/100 กรัม) และไม่ผสม (-)

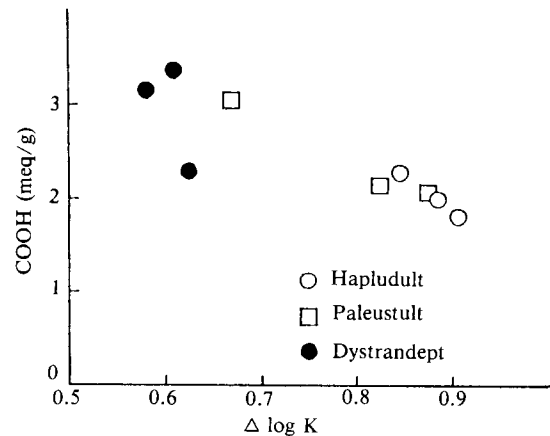
ส่วนใหญ่เป็นพวกอัลโลเฟนและอิมโกลิท์ทำให้มีผลให้การสลายตัวของอัลฟัลฟาช้ากว่า Hapludult และ Paleustult ซึ่งดิน 2 กลุ่มหลังนี้ไม่มีแร่ดินเหนียวชนิดนั้น นอกจากนี้การใส่อัลฟัลฟามีผลทำให้ระดับความเป็นกรดของดินลดลง เนื่องจาก

อัลฟิลฟามีปริมาณแคลเซียมอยู่สูง การเพิ่มขึ้นของค่า pH ของดินยังมีความเกี่ยวข้องกับชนิดของแร่ดินเหนียวด้วย

เปอร์เซ็นต์ extracted C/total C ของ Hapludult ที่ใส่ อัลฟิลฟามีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับที่ไม่ได้ใส่อัลฟิลฟา แสดงถึงความคล้ายคลึงกันของฮิวมัสที่สร้างตัวจากอัลฟิลฟากับฮิวมัสที่มีอยู่เดิมในดิน แต่ฮิวมัสที่สร้างตัวจากอัลฟิลฟาใน Dystrandept มีค่า extracted C/total C สูงกว่าฮิวมัสที่อยู่เดิม แสดงว่าฮิวมัสที่เกิดขึ้นใหม่เมื่อถูกสกัดด้วยสารละลาย NaOH ก็จะรวมตัวกับโซเดียมเป็นรูปของเกลือโซเดียม และสามารถ complex กับอะลูมิเนียมและเหล็กในขณะที่ฮิวมัสที่อยู่เดิมในดินบางส่วนจะไม่เกิดปฏิกิริยานี้ ทำให้การสกัดด้วยสารละลาย NaOH มีค่าต่ำ การสรุปที่คล้ายคลึงกันนี้ก็เกิดขึ้นกับฮิวมัส complexes ใน Andept ชั้น A และ B ที่สกัดด้วย $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (Wada และ Higashi, 1976) ค่าสัดส่วนของ extracted C/total C ของ Paleustult ที่บ่มด้วยอัลฟิลฟาต่ำกว่าที่ไม่ได้ใส่อัลฟิลฟา ความแตกต่างนี้ก็แนะนำได้ว่าส่วนหนึ่งของฮิวมัสที่สร้างตัวขึ้นใหม่ complex กับแคลเซียมที่ถูกปลดปล่อยมาจากอัลฟิลฟาในช่วงที่อัลฟิลฟาละลายตัวเป็นเหตุให้เมื่อสกัดด้วยสารละลาย NaOH ได้ปริมาณคาร์บอนที่ลดลง การเพิ่มขึ้นของ pH ดินภายหลังการบ่มมีส่วนสนับสนุนสมมุติฐานอันนี้

สัดส่วน C/N ของฮิวมัสที่สร้างตัวจากอัลฟิลฟานั้น คาดว่ามากกว่า 7.0 และน้อยกว่าของอัลฟิลฟาที่ใส่ (14.4) แสดงว่าไม่มีการยับยั้งขบวนการละลายตัวโดยจุลินทรีย์ดิน แม้แต่ Dystrandept ความแตกต่างอย่างมากในการสะสมฮิวมัสและความแตกต่างเพียงเล็กน้อยในสัดส่วน C/N ในอัลฟิลฟาที่ใส่ 2 อัตรา ชี้แนะว่าการเพิ่มของอัลฟิลฟาจะทำให้เกิดการละลายตัวเพียงบางส่วนของอินทรีย์วัตถุปรากฏอยู่ในดิน อย่างไรก็ตามเมื่อมีการเพิ่มอัลฟิลฟา ปริมาณของไนโตรเจนมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นภายหลัง 30 วัน ดังนั้น ฮิวมัสที่สร้างตัวขึ้นใหม่ในดินทั้ง 3 ตัวอย่างจะมีความคงทนต่อการสลายตัวน้อย (Less humified) แต่มีปริมาณมากกว่าฮิวมัสเดิมในดิน ดังนั้น เมื่อรวมตัวกันก็ย่อมทำให้ค่า C/N ลดลงในทุกตัวอย่าง จากรายงานของ Kumada and Kawamura (1968) และ Kyuma et al. (1969) สัดส่วน C/N ที่เพิ่มขึ้นจะมีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่ม degree ของ humification ของสารฮิวมิก นั่นคือฮิวมัสเดิมในดินและฮิวมัสที่เกิดขึ้นมาใหม่ใน Dystrandept น่าจะ humified กว่าใน Paleustult และ Hapludult

ค่า PQ ในตัวอย่างที่บ่มด้วยอัลฟิลฟาน้อยกว่าที่ไม่ได้บ่มด้วยอัลฟิลฟา ยกเว้นใน Hapludult ที่ใส่อัลฟิลฟา 5 กรัม/ดิน 100 กรัม ที่มีค่า PQ เท่ากับดินเดิม ค่า PQ ที่น้อยลงไปชี้แนะได้ว่า ฮิวมัสที่สร้างตัวขึ้นใหม่มีปริมาณกรดฟุลวิกมากกว่ากรดฮิวมิก (ตารางที่ 4) คุณสมบัติของกรดฮิวมิกในดินที่แสดงด้วยค่า RF และ $\Delta \log K$ (ตารางที่ 4) ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างกันไปในแต่ละดิน โดยมีความคงทนสูงซึ่งจัดเป็นชนิด A ใน Dystrandept และต่ำสุดซึ่งจัดเป็นชนิด Rp ใน Hapludult กรดฮิวมิกที่สร้างตัวขึ้นใหม่ในทุกตัวอย่างดินจะ "humified" หรือคงทนต่อการสลายตัวน้อยกว่ากรดฮิวมิกเดิมในดิน แต่ค่าความแตกต่างของ RF และ $\Delta \log K$ ของกรดฮิวมิกใน Hapludult และ Dystrandept ที่ใส่อัลฟิลฟาจะน้อยกว่าใน Paleustult ความแตกต่างของปริมาณ COOH ของกรดฮิวมิกมีความสัมพันธ์กับความแตกต่างใน degree of humification ดังแสดงความสัมพันธ์กับ $\Delta \log K$ ในภาพที่ 3 Kumada and Kawamura (1968) และ Tsutsuki and Kuwatsuka (1978) ได้พบด้วยเช่นกันว่าปริมาณ COOH ของกรดฮิวมิกเพิ่มขึ้นตามลำดับคือชนิด $\text{Rp} < \text{B} < \text{A}$



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ COOH และ $\Delta \log K$ สำหรับกรดฮิวมิกที่แยกมาจากดินที่ถูกบ่มทั้ง 3 ชนิด

IR spectra ของกรดฮิวมิกแสดงถึงความแตกต่างในแถบความเข้มที่ $2,940 \text{ cm}^{-1}$ ระหว่างดิน 3 ตัวอย่างซึ่งว่ากรดฮิวมิกที่ "high humified" จะมีปริมาณของกลุ่ม aliphatic CH น้อย แถบแสงที่ $1,720 \text{ cm}^{-1}$ จะแสดงการดูดแสงน้อยมากในกรดฮิวมิกชนิด Rp ซึ่งถึงปริมาณของกลุ่ม COOH จะมีอยู่น้อยในกรดฮิวมิกที่สร้างตัวขึ้นใหม่ อย่างไรก็ตามค่าการดูดแสงที่ $1,720 \text{ cm}^{-1}$ นี้ อาจไม่มีความสัมพันธ์กับการไทเทรตคาร์บอกซิลของกรดฮิวมิกในตารางที่ 4 เพราะความไม่ละเอียดพอของการ

วัดการดูดแสง กรดฮิวมิกในตัวอย่างที่ไม่ได้บ่มด้วยอัลฟัลฟา ของ Dystrandept และ Paleustult แสดงการดูดแถบแสง กว้างที่ 1,650-1,580 cm^{-1} กับมีแ่งเล็กน้อยที่ 1,510 cm^{-1} ขณะที่ของ Hapludult แสดงแถบดูดแสงที่มากกว่าทั้งที่ 1,650 และ 1,510 cm^{-1} สามารถชี้ได้ว่ากรดฮิวมิกในดิน 2 ตัวอย่างแรก มีความแตกต่างในชนิดและปริมาณของสารประกอบไนโตรเจน ของกรดฮิวมิกในดินตัวอย่างหลัง Bellamy (1975), Butler and Ladd (1969) และ Suzuki and Kumada (1972) ได้แสดง แถบดูดแสงกว้างที่ 1,650-1,580 cm^{-1} ซึ่งประกอบด้วยสาร ประกอบที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง อาจกล่าวได้ว่าความแตกต่าง ในขนาดของกรดฮิวมิกที่สร้างตัวขึ้นใหม่มีผลต่อกรดฮิวมิกเดิม ในดิน 2 กลุ่ม (Dystrandept และ Paleustult) ส่วนแถบ ดูดแสงที่ 1,100-1,000 และ 910 cm^{-1} ซึ่งถึงส่วนที่พุ่งกระจาย ของชั้นซิลิเกตจากตัวอย่างของ Hapludult และ Paleustult ใน สารละลาย NaOH ที่เป็นตัวสกัด

การใส่อัลฟัลฟาในดิน Hapludult Paleustult และ Dystrandept ซึ่งมีความแตกต่างในองค์ประกอบแร่ดินเหนียว และบ่มเป็นระยะเวลา 30 วันทำให้ปริมาณฮิวมัสของดินเพิ่มขึ้น Dystrandept ซึ่งมีแร่ดินเหนียวส่วนใหญ่เป็นพวกอัลโลเฟน และอิโมโกไลท์สามารถรักษาฮิวมัสที่สร้างตัวขึ้นใหม่ได้ดีกว่า Hapludult และ Paleustult แต่ไม่สามารถยับยั้งการสลายตัว ของอัลฟัลฟาในช่วงระยะสั้นได้ (30 วัน) สัดส่วน C/N ของ ฮิวมัสที่สร้างตัวขึ้นใหม่คาดว่ามากกว่า 7.0 และมีความคงทนต่อ การสลายตัวน้อย (less humified) อย่างไรก็ตามฮิวมัสเดิม ในดินและที่เกิดขึ้นมาใหม่ใน Dystrandept มีความคงทนต่อการ สลายตัวมากกว่าฮิวมัสใน Paleustult และ Hapludult กรด ฮิวมิกในตัวอย่างที่ไม่ได้บ่มและบ่มด้วยอัลฟัลฟา เป็นชนิด A และ B ใน Dystrandept ชนิด B และ Rp ใน Paleustult และชนิด Rp ใน Hapludult ความแตกต่าง degree ของ humification มีความสัมพันธ์กับกลุ่ม COOH ของกรดฮิวมิก ในดินทั้งสาม IR spectra ซึ่งถึงความแตกต่างในขนาดของผล ของกรดฮิวมิกที่สร้างตัวขึ้นใหม่ต่อกรดฮิวมิกเดิมในดินอย่าง ชัดเจนใน Dystrandept และ Paleustult และกรดฮิวมิกชนิด Rp และ "less humified" จะมีปริมาณของกลุ่ม aliphatic และสารประกอบไนโตรเจนมาก

เอกสารอ้างอิง

- ประสพ วีระกรพานิช และ K. Wada. 2530. คุณลักษณะของ Metal-Humus complexes ในดินชั้น A ของไทยและเกาหลีโดยการสกัด ด้วยไพโรฟอสเฟต ส่วนที่ 1 : ความสัมพันธ์ของอะลูมิเนียม เหล็ก และแคลเซียมต่อการสะสมของฮิวมัส. วารสารดินและปุ๋ยปีที่ 9 เล่มที่ 3.
- Allison, F.E. 1973. soil organic mater and its role in crop production. Elsevier Scientific Publishers Co. Amsterdam.
- Allison, F.E., M.S. Sherman, and L.A. Pinck. 1949. Maintenance of soil organic matter : I. Inorganic soil colloid as a factor in retention of carbon during formation of humus. Soil Sci. 68: 463-478.
- Bellamy, L.J. 1975. The Infra-red spectra of complex molecules. 3rd edition, Chapman and Hall, London.
- Butler, J.H.A., and J.N. Ladd. 1969. Effect of extractant and molecular size on the optical and chemical properties of soil humic acids. Aust. J. Soil Res. 7: 229-239.
- Inoue, T., and K. Wada. 1968. Adsorption of humified clover extracts by various clays. Trans. 9th Congr. Int. Soil Sci., Adelaide 3: 289-298.
- Kononova, M.M. 1961. Soil organic matter. Its nature, it role in soil formation and in soil fertility. Pergamon Press Ltd.
- Kumada, K., and K. Aizawa. 1958. The infra-red spectra of humic acids. Soil Plant Food 4: 152-159.
- Kumada, K., and Y. Kawamura. 1968. Viscosimetric characteristics of humic acid. Soil Sci. Plant Nutri. 14: 190-197.
- Kyuma, K., A. Hussain, and K. Kawaguchi. 1969. The nature of organic matter in soil organo-mineral complexes. Soil Sci. Plant Nutr. 15: 149-155.
- Lynch, D.L., L.M. Wright, and L.J. Cotnoir, Jr. 1956. The adsorption of carbohydrates and related compounds on clay minerals. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20 : 6-9.
- Oba, Y. 1964. Determination of humus forms. Improved by Kobo and Oba. Pedologist 8: 108-116. (In Japanese)
- Senju, R. 1969. Colloid Titration Method. Nankodo. Tokyo. (In Japanese).
- Suzuki, M., and K. Kumada. 1972. Several properties of Rp type humic acid. Soil Sci. Plant Nutri. 18: 53-64.
- Tsutsuki, K., and S. Kuwatsuka. 1978. Chemical studies on soil humic acids. II. Composition of oxygen-containing functional groups of humic acids. Soil Sci. Plant Nutri. 24: 547-560.
- Wada, K., and T. Higashi, 1976. The categories of aluminium- and iron-humus complexes in Ando soils determined by selective dissolution. J. soil Sci. 27: 357-368.
- Wada, K., and T. Inoue. 1967. Retention of humic substances derived from rotted clover leaves in soils containing montmorillonite and allophane. Soil Sci. Plant Nutri. 13: 9-16.

Effect of Clay Type on Humus Formation from Alfalfa Meal

By

Prasop Virakornphanich¹, Koji Wada² and Shin-Ichiro Wada²¹Soil Science Division, Department of Agriculture, Bangkok, Bangkok, Thailand 10900.²Faculty of Agriculture, Kyushu University, Japan**ABSTRACT**

A study was undertaken of the amount and nature of humic substances formed from alfalfa meal added to three soils with different major clay mineral contents, under short term incubation. Soil samples from the B horizon of a Hapludult (halloysite and vermiculite) Ap, a Paleustult (kaolinite) Ap and a Dystrandept (allophane and imogolite) were incubated in petridishes after the addition of alfalfa meal (3 and 5 g/100 g) for 30 days.

The total carbon content of the soil increased with the higher level of added alfalfa meal. There was an initial rapid decline in total carbon content but this allowed after 10 days. The retention rate of added carbon was higher in the Dystrandept (74 and 76%) than in either the Hapludult (35 and 45%) and Paleustult (39 and 43%). The C/N ratio of humus formed from the alfalfa meal was estimated to be more than 7.0. There was little effect on the C/N ratio between the different amounts of alfalfa added to the soil. Analyses of 0.5% NaOH-extractable humus and humic acid indicated that the newly formed humus and that already present were more similar in nature for the Hapludult than the Paleustult and Dystrandept. The results were interpreted in terms of differences in their major clay mineral species.