บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

5.1 ความลาดชันกับลักษณะโครงสร้างของยางพารา

ความหนาแน่นของไม้ยางพารา ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป บริเวณพื้นที่ราบ พื้นที่ลาดชันน้อย พื้นที่ลาดชันปานกลาง และพื้นที่ลาดชันสูง มีค่าเท่ากับ 388, 416, 528, 440 ต้น/เฮกแตร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จากการสำรวจของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (2535) พบว่าความหนาแน่นของไม้ยางพาราที่ปลูกบริเวณพื้นที่ลาดชันเท่ากับ 438-500 ต้น/เฮกแตร์ (70-80 ต้น/ไร่) ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของไม้ในป่าชายเลน ประเทศอินโดนีเซีย 723 ต้น/เฮกแตร์ บริเวณที่มีพันธุ์ไม้ตะบูน (Xylocarpus granatum) 412-716 ต้น/เฮกแตร์ บริเวณที่มีพันธุ์ไม้ลำแพน (Sonneratia alba) และโกงกางใบเล็ก(Rhizophora apiculata) ปะปนกัน มีความหนาแน่น 578 ต้น/เฮกแตร์ (Komiyama et al., 1988) Lieffers และ Rothwell (1987) พบว่าความหนาแน่นของไม้ black spruce ที่เจริญในดินพีทแห้งเท่ากับ 7,780 ต้น/เฮกแตร์ ความหนาแน่นของไม้ยางพาราตามความลาดชันของพื้นที่มีความสัมพันธ์กับการปกคลุมเรือนยอดเฉลี่ย ขณะที่ความหนาแน่นของไม้ยางพารามีค่าน้อย ต้นยางพาราจะมีการเจริญเติบโตแผ่ออกทางกิ่งก้านด้านข้างลำต้น เรือนยอดจึงมีพื้นที่ปกคลุมมากขึ้น จะเห็นได้ว่า เมื่อความหนาแน่นของไม้ยางพาราบริเวณพื้นที่ราบซึ่งน้อยที่สุด (388 ต้น/เฮกแตร์) การปกคลุมเรือนยอดเฉลี่ยจะมากที่สุด (14.05 ตารางเมตร) การปกคลุมเรือนยอดต่อพื้นที่มีค่าเท่ากับ 5452.9 ตารางเมตร/เฮกแตร์ พื้นที่ลาดชันน้อย ซึ่งมีความหนาแน่นของไม้ยางพารามากกว่า พื้นที่ราบ (416 ต้น/เฮกแตร์) แต่จะมีค่าการปกคลุมเรือนยอดน้อยกว่าพื้นที่ราบ (9.97 ตารางเมตร) การปกคลุมเรือนยอดต่อหน่วยพื้นที่เฉลี่ย 4148.96 ตารางเมตร/เฮกแตร์ พื้นที่ลาดชันปานกลางซึ่งมีความหนาแน่นของไม้มากที่สุด การปกคลุมเรือนยอด 9.88 ตารางเมตร สำหรับพื้นที่ลาดชันสูงการปกคลุมเรือนยอดของยางพาราต่อพื้นที่แปลง มีค่าน้อยกว่าพื้นที่ราบ 1087.49 ตารางเมตร/เฮกแตร์

ลักษณะการปกคลุมเรือนยอดของยางพาราในแต่ละความลาดชัน มีลักษณะการปกคลุมที่เรือนยอดจะแผ่ออกทางด้านระหว่างแถวยางพาราทั้งสองด้านมากกว่า ที่จะแผ่ออกไปในทิศทางระหว่างต้น จากการสังเกตและวัดการปกคลุมเรือนยอดยางพาราทุกต้นในพื้นที่ที่ศึกษาพบว่าเรือนยอดของแต่ละแถวจะไม่ชนกัน ทำให้เกิดช่องว่างขึ้นมาในทุกจุดที่เป็นพื้นที่ระหว่างแถวและบางจุดในพื้นที่ระหว่างต้น (ภาพที่ 17-18) และด้วยเหตุที่การปลูกยางพาราบนพื้นที่ลาดชันมี

การปลูกแบบขั้นบันได (terrace) ตามแนวระดับ (contour) ในบางครั้งเมื่อเกิดมีระยะห่างระหว่างขั้นบันไดมาก จะมีการปลูกยางพาราแซมขึ้นระหว่างแถวของขั้นบันไดนั้น ๆ (ดังภาพที่ ผ.7 และ ผ.8) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ลาดชันปานกลาง (ภาพที่ ผ.7) และพื้นที่ลาดชันสูง (ภาพที่ ผ.8) พบว่าในพื้นที่ลาดสูงมีการปลูกแบบขั้นบันไดที่ไม่ค่อยเป็นระเบียบ เนื่องจากในพื้นที่ลาดชันสูงบริเวณหน้าดินบางแห่งมีกรวด ก้อนหินขนาดใหญ่ปะปนอยู่ ทำให้ระยะห่างระหว่างต้นและแถวในบางจุดของพื้นที่มีค่ามากกว่า 10 เมตรและบางจุดที่ศึกษาพบว่ามีช่องว่างของพื้นที่ชัดเจนทั้งตามแนวด้านลาดลงเนินเขา (ไหล่เขา) และด้านขวางกับไหล่เขา จากการศึกษาภาพตัดระหว่างแถว (ภาพที่ 17) และภาพตัดระหว่างต้น (ภาพที่ 18) ของยางพาราบริเวณแปลงเก็บข้อมูลทั้งสี่พื้นที่ การปกคลุมเรือนยอดของยางพาราในพื้นที่ลาดชันสูงจะแตกต่างจากพื้นที่ลาดชันอื่น ๆ ซึ่งในพื้นที่ลาดชันสูง การปกคลุมเรือนยอดระหว่างต้นจะไม่ชิดกัน และระหว่างแถวยางจะปรากฏให้เห็นเด่นชัดถึงการปกคลุมของเรือนยอดในแต่ละพื้นที่ซึ่งจะเกิดช่องว่างระหว่างแถวทุกพื้นที่ที่ศึกษาในพื้นที่ลาดชันสูง ความหนาแน่นของการปกคลุมจะปรากฏในบางจุดของพื้นที่ แต่บางจุดจะมีระยะห่างของการปกคลุมมากกว่าพื้นที่ลาดชันอื่น ๆ การปกคลุมของเรือนยอดของพันธุ์ไม้ มีส่วนช่วยในการลดแรงกระทบและกระแทกของเม็ดฝนไม่ให้กระทำต่อดินโดยตรง ทำให้ความเร็วและพลังงานของเม็ดฝนลดลง (Troch, Hobbs และDonahue, 1980) พื้นที่ลาดชันจึงมีโอกาสที่เม็ดฝนที่ตกลงมาแล้วจะตกกระทบและกระแทกผิวดินได้มากกว่าพื้นที่ราบ

ขนาดของต้นยางพารา สามารถบอกถึงความใหญ่ เล็ก ของต้นจากเส้นผ่าศูนย์กลางของต้น พื้นที่ราบมีเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่ลาดชันอื่น ๆ คือเท่ากับ 22.07 เซนติเมตร พื้นที่ลาดชันปานกลางมีเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นเฉลี่ยใกล้เคียงกับพื้นที่ลาดชันสูงคือเท่ากับ 18.12 และ 18.71 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 2) ผลการวิจัยของ Yen (1984) พบว่าไม้ยืนต้นซึ่งเป็นไม้ในป่าบกบางชนิดได้แก่ ไม้อบเชยญวน (Cinnamonum camphora) อายุ 40 ปี ไม้สัก (Tectona grandis) อายุ 27 ปี ไม้กระถิน (Acacia farnesiana) อายุ 2 ปี ไม้งิ้ว (Bombax ceiba) อายุ 28 ปี และไม้ทุเรียนแขก (Annona muricata) อายุ 8 ปี มีเส้นศูนย์กลางของต้นเท่ากับ 36, 23, 4.9, 3.2, และ 2.5เซนติเมตร ตามลำดับ อาจกล่าวได้ว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้ยางพาราที่ศึกษามีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ยืนต้นบางชนิดและไม้ป่าชายเลน อาทิไม้ประสัก (Bruguiera gymnorrhiza), โกงกางใบเล็ก (Rhizophora apiculata), ลำแพน (Sonneratia alba) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นเท่ากับ 33.1, 32.8 และ 32.2 เซนติเมตร (Moriya et al., 1988)

พื้นที่หน้าตัดของไม้ยางพารา (basal area) เป็นสิ่งสำคัญอีกสิ่งหนึ่งที่ช่วยในการ

ลดการเซาะกร่อนพังทลาย พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ถ้ามากพอก็จะทำให้ฝนที่ตกลงมา ตกกระทบแตกกระจายออกเป็นขนาดที่เล็กกว่า แล้วไหลบ่าลงมาตามลำต้น พื้นที่หน้าตัด/พื้นที่แปลงของยางพาราในพื้นที่ราบ พื้นที่ลาดชันน้อย พื้นที่ลาดชันปานกลาง และพื้นที่ลาดชันสูงมีค่าเท่ากับ 15.25, 13.26, 14.33 และ 12.74 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ค่าที่ได้นี้จะน้อยกว่าพื้นที่หน้าตัดของต้น black spruce ซึ่งมีค่าเท่ากับ 65.4 ตารางเมตร/เฮกแตร์ (Lieffers และ Rothwell,1987)แต่พื้นที่หน้าตัดของต้น ไม้ประเภทกระถินบ้าน (Leucaena leucocephala) ที่อยู่บนเกาะมินดาเนา ฟิลิปปินส์มีค่าเท่ากับ 3.60-18.88 ตารางเมตร/เฮกแตร์ (Kanazawa, Sato และ Orsolino, 1982) พื้นที่หน้าตัดของพันธุ์ไม่ป่าชายเลนในอินโดนีเซีย ที่ Komiyama (1988) ได้ศึกษาไว้มีค่าเท่ากับ 13.96-36.15 ตารางเมตร/เฮกแตร์ และเท่ากับ 44.7 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ในต้น Manuka (Leptospermum scoparium) ที่เจริญในป่าของประเทศนิวซีแลนด์ (Watson และ OLoughlin, 1985)

5.2 ความลาดชันกับการกระจายความหนาแน่นของราก

5.2.1 การกระจายความหนาแน่นของรากในแนวดิ่ง

5.2.1.1 การกระจายความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร

รากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร จัดได้ว่ามีบทบาทสำคัญในการดูดน้ำ แร่ธาตุต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโตของต้นพืช หากจำแนกตามขนาดของรากโดยวิธีการของ Yen (1984) รากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตรจัดเป็นรากขนาดละเอียด (fine root)

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร ตามความลึกของดินกับระยะทางห่างจากโคนต้นในรูปแบบความสัมพันธ์แบบ multiple linear regression พบว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรง สมการที่ใช้เป็นตัวแทนเกี่ยวกับความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร ได้ทำการ probit transformation ข้อมูล เนื่องจากข้อมูลบางค่ามีค่าเท่ากับศูนย์ probit ข้อมูลโดยใช้วิธีการ log transformation ของความหนาแน่นของราก ความถูกต้องของความสัมพันธ์ในแต่ละรูปแบบแสดงด้วยค่า r^2

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0 - 0.2 เซนติเมตร กับปัจจัยต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 7 ดังนี้

$$\text{Log}(1 + W_{r1}^{1/2}) = 0.910 - 0.173\ \text{LogDp} - 0.000\ \text{Ds} + 0.001\text{S}$$

จากสมการนี้แสดงให้เห็นว่า ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความลาดชันของพื้นที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ความหนาแน่นของรากขนาดดังกล่าวจะลดลงเมื่อระดับความลึกและระยะทางห่างออกจากโคนต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน รากชนิดนี้มีบทบาทสำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยในการยึดดิน แม้ว่าพื้นที่ลาดชันสูงจะมีความหนาแน่นของรากชนิดนี้อยู่มากกว่าพื้นที่ลาดชันอื่น ๆ ก็เนื่องจากการปรับตัวของพืชที่มีรากขนาดอื่นน้อย การเพิ่มความหนาแน่นของรากขนาดเล็กจึงเป็นการปรับตัวอย่างหนึ่ง แต่เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ช่วยให้เกิดความมั่นคงของพื้นที่ลาดชันได้จะต้องมีรากขนาดอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบเพื่อช่วยในการกระจายแรงที่มากระทำต่อต้น ดังนั้นรากยางพาราซึ่งอยู่ในพื้นที่ลาดชันสูงจะไม่สามารถช่วยในการกระจายแรงที่มากระทำที่มีปริมาณของแรงมาก ๆ ได้ เนื่องจากมีรากขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.0 เซนติเมตร)ซึ่งทำหน้าที่กระจายแรงน้อยกว่าพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดชันอื่น ๆ (ตารางที่ ผ. 9-12) เมื่อมีแรงมากระทำ เช่นจากน้ำที่ไหลบ่า จากลม จึงไม่สามารถกระจายแรงเหล่านั้นไปตามส่วนของรากได้หมด แรงที่มากระทำดังกล่าวจึงลงสู่ดินได้เร็วกว่าพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดชันอื่น ๆ ประกอบกับความลาดชันของพื้นที่แรงที่มากระทำจึงลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลกพร้อมกับนำเอาต้นยางพาราตลอดจนส่วนของรากติดลงมาด้วย

พิจารณาเฉพาะแต่ละพื้นที่พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตรตามความลึกของดินกับระยะทางห่างจากโคนต้นในรูปแบบของความสัมพันธ์แบบ multiple linear regression โดยทำการ probit transformation ข้อมูลเช่นเดียวกับการ probit transformation ในทุกพื้นที่ในสมการข้างบนซึ่งได้กล่าวมาแล้ว สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นของรากขนาดดังกล่าวกับความลึกของดิน และระยะทางห่างจากโคนต้นพบว่า มีความสัมพันธ์ดังสมการในตารางที่ 5 ซึ่งแต่ละพื้นที่จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะเป็นเส้นตรง ดังนี้

<u>พื้นที่ราบ</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร จะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และจะลดลงเมื่อระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า $r^2 = 0.782$

<u>พื้นที่ลาดชันน้อย</u> ความหนาแน่นของรากจะลดลงตามความลึก

และระยะทางห่างออกจากโคนต้นเช่นเดียวกับพื้นที่ราบ และความหนาแน่นของรากจะลดลงเมื่อระยะทางห่างออกจากโคนต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยมีค่า r^2 =0.491

พื้นที่ลาดชันปานกลาง ความหนาแน่นของรากจะลดลงตามตามความลึกของดินอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของรากจะเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยมีค่า r^2 =0.633

พื้นที่ลาดชันสูง ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร จะมีค่าลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของรากขนาดดังกล่าวจะลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยมีค่า r^2 = 0.736

จากการพิจารณาค่าความหนาแน่นของรากในแต่ละความลึกของดินพบว่ารากส่วนใหญ่กระจายความหนาแน่นที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรมากที่สุด และสามารถหยั่งลงไปในดินได้ลึกที่สุด 100 เซนติเมตร ผลการศึกษาของ Lieffers และ Rothwell (1987) พบว่าบริเวณที่มีดินพีทแห้ง รากของ black spruce และ tamarack จะเจริญได้ถึงระดับความลึก 60 เซนติเมตร ไม้ทั้งสองมีความหนาแน่นของรากมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ค่าเท่ากับ 0.264 และ 0.265 กิโลกรัม/ตารางเมตร.10เซนติเมตร ตามลำดับ และที่บริเวณเปียกชื้นปานกลาง รากพืชทั้งสองจะมีความหนาแน่นมากที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน แต่ความหนาแน่นของราก black spruce และ tamarack ที่ระดับความลึกนี้มีค่าน้อยกว่าบริเวณที่มีดินพีทแห้ง คือมีค่าเท่ากับ 0.136 และ 0.139 กิโลกรัม/ตารางเมตร.10 เซนติเมตร ช่วงระดับความลึกที่มีความหนาแน่นของรากมากคือระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ส่วนที่ระดับความลึกต่ำกว่า 30 เซนติเมตร ความหนาแน่นของรากจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน

Jordan และ Escalante (1980) พบว่า บริเวณป่าดงดิบ (Rain forest) แถบลุ่มน้ำอเมซอนซึ่งอยู่ใกล้กับ San Carlos de Rio Negro ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารขาดแคลน รากขนาดเล็กจะอยู่กันเป็นกลุ่ม (root mat) ในบริเวณผิวดิน เนื่องจากผิวดินมีปริมาณธาตุอาหารที่มาจากเศษใบไม้ที่ร่วงหล่น ซึ่งผิวดินบริเวณที่ศึกษาในพื้นที่ลาดชันสูงอยู่ในช่วยที่มีเศษใบไม้ร่วงหล่นมาก เศษใบไม้ร่วงหล่นในพื้นที่ลาดชันสูงส่วนหนึ่งจะร่วงหล่นลงมาทับถมกันที่บริเวณแถวยางพาราซึ่งมีการปรับลักษณะพื้นที่เพื่อการปลูกให้อยู่ในลักษณะเป็นแนวคล้ายพื้นที่ราบ รากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตรจึงมีความหนาแน่นสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ

5.2.1.2 <u>การกระจายความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร</u>

รากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร เป็นรากที่มีบทบาทสำคัญสำหรับพืชและสิ่งแวดล้อมในการยึดดิน ทำให้ดินคงทนต่อการพังทลาย การยึดและการประสานกันของรากในลักษณะเป็นตาข่าย ก่อให้เกิดความคงทนของดินต่อการพังทลายมากขึ้น

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร ตามระดับความลึกของดินกับระยะทางห่างออกจากโคนต้นในรูปแบบของความสัมพันธ์แบบ multiple linear regression แสดงไว้ในตารางที่ 7 ดังนี้

$$\text{Log}(1 + W_{r2}^{1/2}) = 0.737 - 0.137\ \text{LogDp} - 0.001\text{Ds} - 0.002\text{S}$$

ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5เซนติเมตรจะมีค่าลดลง เมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ระยะทางห่างออกจากโคนเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และความหนาแน่นของรากจะเปลี่ยนแปลงไปตามความลาดชันของพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือเมื่อระดับความลาดชันของพื้นที่สูงขึ้น ความหนาแน่นของรากจะลดลง ดังนั้นความหนาแน่นของรากขนาดดังกล่าวที่เจริญในพื้นที่ราบจะมีค่ามากกว่าพื้นที่ลาดชันสูง แสดงให้เห็นว่าในพื้นที่ลาดชันสูงการช่วยยึดดินของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร จะน้อยกว่าพื้นที่ราบ การพังทลายของดินจึงเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าพื้นที่ลาดชันอื่น ๆ

พิจารณาเฉพาะแต่ละพื้นที่พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร ตามความลึกของดินกับระยะทางห่างออกจากโคนต้นในรูปแบบของสมการ multiple linear regression ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8

<u>พื้นที่ราบ</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตรมีความสัมพันธ์กับความลึก และระยะทางห่างจากโคนต้น กล่าวคือเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า $r^2 = 0.404$

<u>พื้นที่ลาดชันน้อย</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร จะมีความสัมพันธ์กับความลึกและระยะทางห่างจากโคนต้นเช่นเดียวกับพื้นที่ราบ แต่มีค่า r^2 = 0.378

พื้นที่ลาดชันปานกลาง ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตรมีความสัมพันธ์กับ ความลึกและระยะทางห่างจากโคนต้นเช่นเดียวกับพื้นที่ราบ และพื้นที่ลาดชันน้อย แต่เมื่อระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของรากจะลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยมีค่า r^2 = 0.305

พื้นที่ลาดชันสูง ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร มีความสัมพันธ์กับความลึกและระยะทางห่างออกจากโคนต้นเช่นเดียวกับพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดชันน้อย โดยมีค่า r^2 = 0.485

5.2.1.3 การกระจายความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

การศึกษาเกี่ยวกับการกระจายความหนาแน่นของราก จำเป็นต้องพิจารณา ภาพรวมของการกระจายความหนาแน่นของราก อันหมายถึงความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ในแต่ละระดับความลึกของดิน ซึ่งค่านี้จะเป็นตัวแทนสำหรับพื้นที่ที่ศึกษาแต่ละพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ราบ พื้นที่ลาดชันน้อย พื้นที่ลาดชันปานกลาง หรือพื้นที่ลาดชันสูง ก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากค่ารวมของความหนาแน่นของรากทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เป็นค่าที่ได้จากความหนาแน่นของรากแต่ละขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่บ่งบอกถึงสภาพทั้งหมดของรากที่มีอยู่จริงในธรรมชาติในขณะที่ทำการศึกษา และความหนาแน่นของรากแต่ละขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมีบทบาทแตกต่างกัน อาทิบทบาทในการยึดดิน การเสริมสร้างให้พืชคงอยู่ได้ในสภาวะการณ์ต่าง ๆ บทบาทในการกระจายแรงที่มากระทำ การช่วยค้ำจุน ยึดเหนี่ยว พยุง หรือแม้แต่การหาอาหารให้กับต้นพืช การประเมินเกี่ยวกับการกระจายความหนาแน่นของรากในพื้นที่ที่ศึกษาทั้ง 4 พื้นที่ดังกล่าว จึงเป็นการประเมินในภาพรวมของความหนาแน่นของราก ซึ่งนำเอาความหนาแน่นของรากทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมารวมกัน ในแต่ละระดับความลึกของดิน

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามความลึกของดินกับระยะทางห่างจากโคนต้นในรูปแบบของความสัมพันธ์แบบ multiple linear regression พบว่ามีความสัมพันธ์กันดังตารางที่ 7 ดังนี้

$$\text{Log } (1 + W_{rT}^{1/2}) = 2.134 - 0.391\text{LogDp} - 0.002\text{Ds} - 0.003\text{S}$$

รูปแบบความสัมพันธ์ที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าเมื่อความลาดชันของพื้นที่เพิ่มมากขึ้น ความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมีค่าลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ นอกจากนี้ความหนาแน่นของรากยังสัมพันธ์กับระดับความลึกของดินกล่าวคือ เมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของรากโดยภาพรวมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และขณะเดียวกันเมื่อระยะทางห่างออกจากโคนต้นเพิ่มมากขึ้น ความหนาแน่นของรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า $r^2 = 0.471$ แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำ model ซึ่งเหมาะสมที่สุดในสมการนี้ไปใช้กับสภาพจริงจะได้ ความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถูกต้อง 47.1 เปอร์เซนต์ ทั้งนี้เนื่องจากรากขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลาง > 5.0 เซนติเมตร (ตารางที่ ผ.9-12) เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญที่ทำให้ค่ารวมของความหนาแน่นของรากในแต่ละความลาดชันแตกต่างกันมาก

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามระดับความลึกของดิน กับระยะทางห่างจากโคนต้น ของแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 8

<u>พื้นที่ราบ</u> ความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับระดับความลึกและระยะทางห่างจากโคนต้น กล่าวคือเมื่อระดับความลึกเพิ่มข้น ความหนาแน่นของรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อระยะทางห่างออกจากโคนต้นเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ $r^2 = 0.463$

<u>พื้นที่ลาดชันน้อย</u> ความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจะมีความสัมพันธ์กับระดับความลึกและระยะทางห่างจากโคนต้นอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับพื้นที่ราบ ที่ $r^2 = 0.426$

<u>พื้นที่ลาดชันปานกลาง</u> ความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจะมีความสัมพันธ์กับระดับความลึกและระยะทางห่างจากโคนต้นอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับพื้นที่ราบ ที่ $r^2 = 0.528$

<u>พื้นที่ลาดชันสูง</u> ความหนาแน่นของรากความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจะมี ความสัมพันธ์กับระดับความลึกและระยะทางห่างจากโคนต้นอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับพื้นที่ราบ ที่ $r^2 = 0.549$

การกระจายความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามระดับความลึกและระยะทางห่างจากโคนต้นในแต่ละพื้นที่แสดงค่าในตารางที่ ผ.9-12

สำหรับเรื่องการกระจายความหนาแน่นของรากบริเวณพื้นที่ลาดชันปานกลาง Yen (1984) พบว่าที่ความลาดชัน 14 องศา รากของต้นงิ้ว (Bombax ceiba) มีการกระจายความหนาแน่นของรากที่ระดับความลึก 0-30 และ 31-60 เซนติเมตร เท่ากับ 55 และ 44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความลึกสูงสุดที่รากจะหยั่งลงไปได้คือ 210 เซนติเมตร รากของต้นอบเชยญวน (Cinnamomum camphora) มีการกระจายของรากบริเวณพื้นที่ลาดชัน 10 องศาระดับความลึก 0-30 และ 31-60 เซนติเมตร เท่ากับ 63 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รากสามารถหยั่งลงไปได้ลึกสุด 90 เซนติเมตร และพบว่าที่ความลาดชัน 7 และ 14 องศา รากของต้นทุเรียนแขก (Annona muricata) มะม่วง (Mangifera indica) มีการกระจายความหนาแน่นของรากที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เท่ากับ 53, 79 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 31-60 และ > 60 เซนติเมตร เท่ากับ 36, 14 และ 12, 8 เปอร์เซ็นต์ รากสามารถเจริญลงไปได้ลึกสุด 80 และ 170 เซนติเมตรตามลำดับ

การเจริญและการกระจายของรากในพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดชันสูง (ตารางที่ ผ.9-12) จะเห็นได้ว่า รากของยางพาราจะหยั่งลงไปในดินได้ลึกประมาณ 100 เซนติเมตร แต่ปริมาณความหนาแน่นแตกต่างกันในแนวดิ่ง โดยภาพรวมแล้ว พื้นที่ลาดชันสูงมีค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า และความหนาแน่นลดลงตามแนวดิ่งมากกว่าพื้นที่ราบ จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นของรากส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับดินบนความลึก 0-20 เซนติเมตรทุกพื้นที่ความลาดชัน ยกเว้นพื้นที่ราบซึ่งความหนาแน่นของรากส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับความลึก 0-40 เซนติเมตร (ภาพที่ 19) ผลการศึกษาวิจัยของ Yen (1984) สามารถจำแนกรากไม้ยืนต้น ตามการเจริญของรากได้ 3 ระดับคือ พวกที่มีรากตื้น รากส่วนใหญ่เจริญหนาแน่นมากสุดที่ระดับความลึก 0-60 เซนติเมตร พวกที่มีรากลึกปานกลาง รากส่วนใหญ่เจริญและหนาแน่นมากที่สุด ที่ระดับความลึก 61-90 เซนติเมตรและพวกไม้ยืนต้นที่มีรากลึกมาก จะเจริญและมีความหนาแน่นสูงจนกระทั่งความลึกมากกว่า 90 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ ผ.13-16 อาจกล่าวได้ว่ารากในสวนยางพาราที่เจริญในบริเวณพื้นที่ราบ พื้นที่ลาดชันน้อย พื้นที่ลาดชันปานกลาง และพื้นที่ลาดชันสูง มีระบบรากเป็นพวกที่มีรากตื้น

Weaver (1926) พบว่ารากของข้าวสาลีในเขตหนาวจะเจริญลงไปถึงระดับความลึก 2 เมตร รากแขนงจะแผ่กระจายออกไปจากโคนต้นเป็นระยะทาง 1.4 เมตร Chaudhary และ Prihar (1974) พบว่า รากข้าวโพดที่เจริญในดิน สภาพแปลงทดลองกับแปลงที่โคนต้นมีวัสดุปกคลุม ที่บริเวณติดกับโคนต้นรากจะมีความหนาแน่นมากที่ระดับความลึก 0-20 และ 0-15 เซนติเมตรตามลำดับ และทั้งสองสภาพ

การทดลองพบว่ารากสามารถหยั่งลงไปในดินได้ลึกถึง 60 เซนติเมตร

Yen (1984) พบว่า ในพื้นที่ราบ ต้นกระถิน (Acacia farnesiana) จะมีการกระจายความหนาแน่นของรากที่ระดับความลึก 0-30, 31-60 และ > 60 เซนติเมตร เท่ากับ 53, 34 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ความลึกสูงสุดที่รากจะหยั่งลงไปถึงคือ 151 เซนติเมตร ต้นชี้เหล็ก (Cassia siamea) อายุ 24 ปี อยู่ในที่ลาดชัน 8 องศา มีการกระจายความหนาแน่นของราก ที่ระดับความลึก 0-30, 31-60 และ >60 เซนติเมตร เท่ากับ 84,16 และ 0 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ขณะที่รากไม้ยืนต้นที่เจริญในพื้นที่ลาดชันสูงเช่น ต้นรังขาว (Macaranga tanarius) อายุ 2 ปี อยู่ในที่ลาดชัน 35 องศา และ ต้นสัก (Tectona grandis L.) อายุ 27 ปี อยู่ในที่ลาดชัน 28 องศา จะมีเปอร์เซ็นต์การกระจายของรากที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร เท่ากับ 77 และ 34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความหนาแน่นของรากที่ระดับความลึก 31-60 เซนติเมตรเท่ากับ 33 และ 38 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ความลึกสูงสุดที่รากของพันธุ์ไม้เหล่านี้เจริญไปถึงคือ 121, 65, 70 และ 90 เซนติเมตร ตามลำดับ จึงอาจกล่าวได้ว่า พื้นที่ลาดชันสูงที่ศึกษาในครั้งนี้ รากมีความหนาแน่นมากในระดับดินที่ตื้นกว่าพันธุ์ไม้อื่น ๆ

การศึกษาวิจัยในเขตป่าชายเลน บริเวณเขตป่าไม้ลำแพน (Sonneratia zone) และโกงกาง (Rhizophora zone) จะสามารถกระจายลงดินได้มากถึงระดับความลึก 40 เซนติเมตร ความหนาแน่นของรากที่ระดับความลึก 0-40 เซนติเมตร เท่ากับ 12.082 และ 8.157 $Kg/m^2.10cm$ ตามลำดับ (Komiyama et al., 1988) นับได้ว่าความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้ยางพาราในป่าบกมีค่าน้อยกว่าป่าชายเลน

การหยั่งลงไปในดินของรากทั้งในพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดชันสูงที่ได้ศึกษาดังกล่าวน่าจะลงไปได้ในระดับความลึกที่มากกว่า 100 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณที่ศึกษาเป็นบริเวณที่มีการโค่นถางป่าแล้วทำการปลูกยางพาราทดแทนป่าธรรมชาติที่มีอยู่ดั้งเดิมออกไป และรากดังกล่าวยังหยั่งลงไปไม่ถึงบริเวณที่เป็นหินพื้น (bed rock) ซึ่งหินพื้นดังกล่าวเป็นหินแกรนิต ดังนั้นหินแกรนิตจึงไม่ใช่ปัจจัยที่จำกัดการเจริญและการหยั่งลงไปในดินของราก ผลการศึกษาของ Abbott และ Reynolds (1991) พบว่า big sagebrush (Artemisia tridentatta) ซึ่งเป็นไม้พุ่มที่เจริญในพื้นที่กึ่งแล้ง บริเวณที่ราบใกล้ฝั่งแม่น้ำ Snake ใน Idaho (อายุ 2 ปี) รากจะเจริญในดินที่ถูกรบกวน (disturbed) ได้ลึกกว่าเจริญในดินป่าธรรมชาติซึ่งไม่ถูกรบกวน โดยรากสามารถหยั่งลงไปได้ลึก 125 เซนติเมตร และ 75 เซนติเมตร ในดินที่ไม่ถูกรบกวน และพบว่าในพื้นที่ที่มีหินบะซอลต์เป็นหินพื้นอยู่ข้างใต้ หินเหล่านี้ไม่ได้เป็นตัวจำกัดความลึกสูงสุดของไม้พุ่มเหล่านี้

Schlesinger และ Gill (1980) ศึกษารากของ Chaparral (Ceanothus megacarpus) ซึ่งเป็นไม้พุ่มที่เจริญอยู่ในลักษณะ pure stand บริเวณภูเขา Santa Ynez ของแคลิฟอร์เนีย พบว่ารากของไม้ชนิดนี้สามารถเจริญลงไปในดินได้ลึกถึง 10 เมตร รากสามารถแทงทะลุและเชื่อมเข้าไปในหินพื้น (bed rock) ได้ Lieffers และ Rothwell (1987)พบว่ารากของ black spruce และ tamarack ที่เจริญอยู่ในดินพีทแห้งจะหยั่งรากลงไปในดินได้อย่างต่ำที่สุด 30 เซนติเมตร น้ำหนักแห้งของรากจะลดลงอย่างชัดเจนขณะที่ความลึกเพิ่มขึ้น Ellern, Harper และ Sagar (1970) พบว่าเปอร์เซ็นต์การกระจายของราก(โดยน้ำหนัก)ของต้น Avena จะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับ Marshall (1977) ที่ศึกษาในรากของหญ้าที่อยู่ในทุ่งหญ้า prairie แสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่จะมีปริมาณการกระจายของรากหนาแน่นที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ค่าเปอร์เซ็นต์การกระจายของรากอยู่ระหว่าง 50-80 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบรากที่ศึกษาในแต่ละพื้นที่ความลาดชัน (ตารางที่ ผ.13-16) กับรูปแบบ (Pattern)ของรากที่ Yen (1984) ได้ศึกษานั้นสามารถจำแนกได้ว่ารากในทุกพื้นที่ลาดชันอยู่ในรูปแบบเดียวกัน คือ M-type ซึ่งรากชนิดนี้จะมีปริมาณ 80 เปอร์เซ็นต์[illegible]เจริญที่ระดับความลึกจากผิวดินถึง 30 เซนติเมตร ขอบเขตของรากใหญ่จะแคบ รากจะมีการเจริญอย่างมากมายใต้โคนต้น (Yen, 1984) ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเป็นลักษณะรากที่เป็นรากยึดดิน (soil binding root) ของพวกไม้ล้มลุก แต่เนื่องจากยางพาราเป็นไม้ยืนต้นที่มีความสูงเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่มากบางพื้นที่สูง ประมาณ 20.61 เซนติเมตร โดยเฉลี่ยซึ่งสูงกว่าไม้ล้มลุก ดังนั้นแทนที่รากจะช่วยยึดดินเหมือนพวกไม้ล้มลุกในขณะที่ฝนตกน้ำหนักกดทับของต้นและส่วนอื่น ๆ เหนือดิน จะช่วยทำลายแรงที่เกิดขึ้นเพื่อยึดดินของราก ยิ่งรากในพื้นที่ลาดชันสูงซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การกระจาย > 80 เปอร์เซ็นต์ในชั้นความลึกที่ตื้นเพียง 30 เซนติเมตร ซึ่งไม่ถึง 60 เซนติเมตรโอกาสที่ดินจะเกิดการพังทลายย่อมเป็นไปได้มากกว่า

5.2.2 การกระจายความหนาแน่นของรากในแนวนอน

จากตารางที่ ผ.17 และ ผ.9 เมื่อเปรียบเทียบการกระจายความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ที่ระยะทางต่าง ๆ ที่ห่างจากโคนต้นในบริเวณพื้นที่ราบ พบว่ารากมีการกระจายความหนาแน่นมากที่สุดที่บริเวณติดกับโคนต้น ค่าเท่า

กับ 6.300 กิโลกรัม/ตารางเมตร.เมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกระจายของรากในแนวนอนเท่ากับ 69.3 เปอร์เซ็นต์ ค่าต่ำสุดอยู่ที่ระยะทางห่างจากโคนต้นออกไปในแนวนอน 150 เซนติเมตร จะเท่ากับ 0.376 กิโลกรัม/ตารางเมตร.เมตร ส่วนพื้นที่ลาดชันน้อยและพื้นที่ลาดชันปานกลาง ความหนาแน่นของรากที่ระยะทางติดกับโคนต้นมีค่ามากกว่าพื้นที่ราบ (8.616 และ 13.975 กิโลกรัม/ตารางเมตร.เมตร) ทั้งนี้เนื่องจากรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง >5.0 เซนติเมตร ในพื้นที่ทั้งสองมีค่ามาก ทำให้ค่าความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผันแปรไปได้มาก สำหรับในพื้นที่ลาดชันสูงความหนาแน่นรวมของรากทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณติดโคนต้นจะมีค่าน้อยกว่าพื้นที่ราบ ซึ่งค่าความหนาแน่นของรากดังกล่าวในพื้นที่ลาดชันสูงจะเท่ากับ 3.391 กิโลกรัม/ตารางเมตร.เมตร จากนั้นค่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางห่างโคนต้น กล่าวคือ เมื่อระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นในแนวนอนของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2, 0.2-0.5เซนติเมตร และรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญในทุกพื้นที่ (ตารางที่ 7 และ 8)แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้ในพื้นที่ลาดชันสูง และพื้นที่ราบแล้วจะเห็นได้ว่า ความหนาแน่นของรากนับจากโคนต้นออกมาในพื้นที่ลาดชันสูง จะมีปริมาณความหนาแน่นลดลงมากกว่าพื้นที่ราบ (ตารางที่ ผ.17)

ความหนาแน่นของรากในแนวนอนของพื้นที่ราบที่ระยะทางห่างจากโคนต้น 0 และ 100 เซนติเมตร เท่ากับ 6.3 และ 1.036 กิโลกรัม/ตารางเมตร.เมตร พื้นที่ลาดชันสูงเท่ากับ 3.391 และ 0.390 กิโลกรัม/ตารางเมตร.เมตร(ตารางที่ ผ.17) เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ป่าชายเลนที่ Komiyama (1988)ได้ศึกษาไว้คือ โกงกางใบเล็ก (Rhizophora apiculata) และลำแพน (Sonneratia alba) มีความหนาแน่นของรากที่ระยะทางติดกับโคนต้น ห่างโคนต้น 100 เซนติเมตร เท่ากับ 126.36, 25.98 และ 59.34,3.78 กิโลกรัม/ตารางเมตร.เมตร ตามลำดับ จากการพิจารณาการกระจายของราก (จากน้ำหนักแห้ง) ในตารางที่ ผ.13-16 ที่ระยะทางติดกับโคนต้น จะเห็นได้ว่า พื้นที่ราบ พื้นที่ลาดชันน้อย พื้นที่ลาดชันปานกลาง และพื้นที่ลาดชันสูง มีค่าความหนาแน่นของรากรวมทุกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุด ที่บริเวณติดกับโคนต้น เมื่อพิจารณาที่ระยะทางห่างจากโคนต้น 100 เซนติเมตร ออกมาในแนวนอนของพื้นที่ราบ การกระจายความหนาแน่นของรากยังคงมีค่ามากและมากกว่าพื้นที่ลาดชันอื่น ๆ จึงอาจกล่าวได้ว่าความหนาแน่นของการปกคลุมพื้นที่ของรากในที่ราบที่ระยะทางห่างจากโคนต้นในระยะต่าง ๆ ยังคงมีค่าใกล้เคียงกับระยะทางห่างโคนต้น 50 เซนติเมตร แต่บริเวณพื้นที่ลาดชันอื่น ๆ ค่าความหนาแน่นของรากจะลดลงได้มากกว่าพื้นที่ราบ (ตารางที่ 9)

จากการพิจารณาความหนาแน่นของรากในแนวนอน (ตารางที่ ผ.17)ควบคู่ไปกับมวลชีวภาพที่เป็น ตัน/เฮกแตร์ของราก พบว่าพื้นที่ราบ พื้นที่ลาดชันปานกลาง และพื้นที่

ลาดชันสูง บริเวณติดกับโคนต้นจะมีมวลชีวภาพของรากเท่ากับ 63.0, 86.2, 139.7 และ 33.9 ตัน/เฮกแตร์ เกี่ยวกับมวลชีวภาพของราก Komiyama (1988) ได้ศึกษาในป่าชายเลน พบว่าในเขต ป่าลำพูลำแพน (Sonneratia zone),ป่าโกงกาง (Rhizophora zone) และ ไม้ประสัก (Bruguiera zone) จะมีมวลชีวภาพของรากเท่ากับ 38.5, 98.8 -196.1 และ 110.8-180.7 ตัน/เฮกแตร์ จึงอาจกล่าวได้ว่า พื้นที่ราบและพื้นที่ลาดชันสูงมีค่ามวลชีวภาพน้อยกว่าพื้นที่ป่าชายเลน

Bray (1963) พบว่าส่วนของราก Zizania aquatica และ Beta sp. ซึ่งเป็นไม้ล้มลุก ที่เจริญในทะเลสาบที่ตื้นเขินในเขตอบอุ่น มีมวลชีวภาพของราก เท่ากับ 0.6, 13.0 ตัน/เฮกแตร์และพบว่ารากของ Pinus sylvestris และ Betula verrucosa ซึ่งเจริญในเขตอบอุ่นเช่นเดียวกัน มีมวลชีวภาพเท่ากับ 2.2 ตัน/เฮกแตร์ และ 21.2 ตัน/เฮกแตร์ สำหรับหญ้าคลุมดิน

Klinge และ Herrera (1978) ศึกษามวลชีวภาพของรากในป่า Amazon Caatinga ซึ่งเป็นป่าเขตร้อนบริเวณลุ่มน้ำอเมซอน พบว่ามวลชีวภาพของรากเท่ากับ 132.0 ตัน/เฮกแตร์ Watson และ OLoughlin (1985)พบว่ามวลชีวภาพของราก Manuka (Leptospermum scoparium) มีค่าอยู่ระหว่าง 16.0-39.6 ตัน/เฮกแตร์ และโดยเฉลี่ยเท่ากับ 24.9 ตัน/เฮกแตร์

การกระจายความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง > 5.0 เซนติเมตร ในแนวนอน พบว่า ทุกพื้นที่ลาดชันจะมีขอบเขตการกระจายของรากถึงระยะทาง 50 เซนติเมตร ยกเว้นในพื้นที่ลาดชันสูง รากมีความหนาแน่นมากเพียงบริเวณติดโคนต้นเท่านั้น เรื่องนี้ Yen (1984) พบว่า รากขนาดใหญ่ส่วนใหญ่จะแตกแขนงที่ยื่นออกไปในทิศทางที่ขนานกับผิวดินในแนวนอน หรือยื่นตรงไปตามแนวลาดชันของพื้นที่ และรากจะเจริญมากเมื่ออยู่ที่ระยะทางติดกับโคนต้น Chaudhary และ Prihar (1974) พบว่า รากข้าวโพดอายุ 40 วัน สามารถเจริญออกไปในแนวนอนถึงระยะทางห่างจากโคนต้น 35 เซนติเมตร Hiroshi Kawasaki et al. (1985) ศึกษาการกระจายของรากถั่วเหลือง พบว่ารากแขนงจะแผ่กิ่งก้านสาขาอยู่ในระดับผิวดิน ทิศทางเจริญเป็นไปในทิศขนานกับผิวดิน

5.3 สมบัติของดินกับความลาดชัน

5.3.1 สมบัติทางกายภาพของดิน

5.3.1.1 เนื้อดิน มีความสำคัญในการดูดยึดน้ำ การระบายน้ำของดิน การเคลื่อนที่ของน้ำในดิน การดูดซับธาตุอาหาร และการถ่ายเทอากาศในดิน ลักษณะเนื้อดินบริเวณพื้นที่ลาดชันที่ศึกษา ส่วนใหญ่เป็นดินร่วน และดินร่วนเหนียว ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าความลาดชันไม่ได้เห็นตัวการที่ทำให้ค่าของเนื้อดินเปลี่ยนไป ค่าเนื้อดินมีคุณภาพเนื้อดินเป็นดินเนื้อหยาบปานกลาง (ดุสิต มานะจุติ, 2535) เนื่องจากดินนั้นมีปริมาณของกลุ่มอนุภาคทรายมาก ดินที่มีเนื้อหยาบเป็นดินที่มีช่องว่างระหว่างอนุภาคดินทั้งหมด 35-50 เปอร์เซ็นต์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530) ประเภทของเนื้อดินที่ศึกษา ได้ผลสอดคล้องกับ การศึกษาของ ประหยัด ปานดี (2533) ซึ่งพบว่าบางบริเวณของพื้นที่ลาดไหล่เขาอำเภอพิปูน มีเนื้อดินเป็นดินร่วน และดินร่วนเหนียว เมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ลาดชันสูงพบว่า มีการผันแปรเล็กน้อยระหว่างเปอร์เซ็นต์อนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ในแต่ละระดับความลึก ทั้งนี้เนื่องจากการสลายตัวของวัตถุให้กำเนิดดิน คือ หินแกรนิต ลักษณะการผุพังสลายตัวของหินแกรนิตเหล่านี้จะให้ดินเป็นดินตื้น โดยมีชั้นดินหนาประมาณ 1 เมตร อยู่บนชั้นหินผุ และหินแข็งวางอยู่ภายใต้ (Zhibin, 1991)

องค์ประกอบของเนื้อดินทุกความลาดชันมีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทรายและอนุภาคทรายแป้ง ไม่แตกต่างกันมากนักทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน แต่อนุภาคดินเหนียว จากการทดสอบแบบ Pearson correlation พบว่าเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณอนุภาคดินเหนียวจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงของอนุภาคทรายแป้งและดินเหนียวตามระดับความลึกของดิน (ตารางที่ ผ.18-21) แสดงให้เห็นว่าดินจากพื้นที่ลาดชันทั้งหมดที่ศึกษามีลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามความลึกของดินที่คล้ายคลึงกัน (ตารางที่ 12) องค์ประกอบของเนื้อดินในพื้นที่ราบ มีเปอร์เซนต์อนุภาคทราย ทรายแแป้ง และดินเหนียวมีค่าระหว่าง 34.95-48.92, 38.26-45.85 และ 8.63-21.96 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ ผ.18) พื้นที่ลาดชันน้อยมีเปอร์เซนต์อนุภาคทราย ทรายแป้งและดินเหนียว ระหว่าง 43.79-50.72, 35.31-42.52 และ 8.57-20.57 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ ผ.19) พื้นที่ลาดชันปานกลางมีเปอร์เซนต์อนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว มีค่าระหว่าง 34.19-48.24, 33.05-37.00 และ 14.14-30.47 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ผ.20) พื้นที่ลาดชันสูงมีเปอร์เซนต์อนุภาคดินทราย ทรายแป้งและดินเหนียว ระหว่าง 33.33-52.09, 32.73-38.66 และ 12.58-29.43 เปอร์เซนต์ตามลำดับ คณะอนุกรรมการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อป้องกันและแก้ไขอุทกภัย (2533)

ศึกษาเนื้อดินบริเวณบ้านกระทูนเหนือ (ริมคลองกระทูน) อำเภอพิปูนที่ความชัน 65 เปอร์เซนต์ พบว่าดินบริเวณไหล่เขาหินแกรนิตดังกล่าวมีการระบายน้ำดี ช่วงระดับความลึก 0-35 เซนติเมตร ดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหยาบ มีบริเวณอนุภาคทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว เท่ากับ 45.5,26.7 และ 27.8 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ช่วงระดับความลึก 35-65 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว มีปริมาณอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว 39.5, 22.4 และ 38.1 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ช่วงระดับความลึก 65-113 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนกรวด มีปริมาณอนุภาคทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว เท่ากับ 31.1, 22.5 และ 46.4 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

เนื้อดินบริเวณบ้านกระทูนเหนือ อำเภอพิปูน มีความชัน 45 เปอร์เซนต์ พบว่าดินมีการระบายน้ำดี ช่วงระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร ดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีปริมาณอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวเท่ากับ 50.7, 25.9 และ 23.4 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ที่ระดับความลึก 25-75 เซนติเมตร มีอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวเท่ากับ 32.6, 15.3 และ 52.1 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนกรวด ช่วงระดับความลึก 76-104 เซนติเมตร ดินมีเปอร์เซนต์อนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว เท่ากับ 38.9, 15.8 และ 45.3 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ดินมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว

นอกจากนี้คณะอนุกรรมการวางแผนการใช้ดินเพื่อป้องกันและแก้ไขอุทกภัย ศึกษาดินบริเวณริมคลองห้วยคูณ บ้านห้วยโก อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมาช ที่ความ 70 เปอร์เซนต์ พบว่าดินมีการระบายน้ำดี ช่วงระดับความลึก 0-8 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินร่วนที่มีทรายปะปน ประกอบด้วยอนุภาคทราย 30-45 เปอร์เซ็นต์ อนุภาคทรายแป้ง 10-15 เปอร์เซ็นต์ และอนุภาคดินเหนียว 40-52 เปอร์เซ็นต์ ช่วงระดับความลึก 8-43 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินเหนียวที่มีทรายปะปน ช่วงระดับความลึก 43-46, 86-180 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนกรวด

วิชาญ ตันนุกิจ (2516)ศึกษาปริมาณอนุภาคดินเหนียวบริเวณป่าดิบเขาดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อนำมาประเมินสมรรถภาพการพังทลายของดิน พบว่าการพังทลายของดินเป็นปฏิภาคกลับกับปริมาณอนุภาคดินเหนียว ดินที่มีอนุภาคดินเหนียวสูงจะทำให้ดินมีความคงทนต่อการพังทลายได้ดีกว่าปริมาณต่ำ ปริมาณอนุภาคดินเหนียวในแต่ละความลาดชันที่ศึกษาไม่แตกต่างกันมากนัก ภูมิประเทศที่เกี่ยวกับความลาดชันจึงมิได้เกี่ยวข้องกับการผันแปรของปริมาณอนุภาคดินเหนียว นอกจากนี้ วิชาญ ได้ศึกษา ปริมาณอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว พบว่าปริมาณอนุภาคดังกล่าว มีค่าอยู่ระหว่าง 47.69-55.79, 12.13-16.34 และ 29.68 -40.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5.3.1.2 ความหนาแน่นรวมของดิน ในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษาทั้ง 4 บริเวณ มีค่าความหนาแน่นรวมของดินมากกว่า 1.00 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จากการทดสอบความสัมพันธ์แบบ Pearson correlation พบว่าความหนาแน่นรวมของดินจะมีค่าสูงเมื่ออยู่ใกล้ดินบนและจะเพิ่มขึ้นเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่ราบมีค่าระหว่าง 1.20-1.58 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร พื้นที่ลาดชันน้อยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.09-1.43 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร พื้นที่ลาดชันปานกลางมีค่าระหว่าง 1.29-1.74 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (ตารางที่ ผ.18-21) โดยที่ค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยที่ระดับความลึก 80-90 เซนติเมตร มีค่ามากกว่าพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดชันน้อย เนื่องจากบริเวณนี้มีปริมาณของเศษวัสดุที่สลายตัวมาจากหินแกรนิตปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก ขนาดของวัตถุเหล่านี้แตกต่างกัน เช่น กรวด เศษหินสด ซึ่งยังไม่มีการสลายตัว ส่วนพื้นที่ลาดชันสูงมีค่าความหนาแน่นรวม อยู่ระหว่าง 1.29-1.79 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ดินโดยทั่วไปมีค่าความหนาแน่นรวมอยู่ระหว่าง 1.0-1.6 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (ดุสิต มานะจุติ, 2535) ค่าความหนาแน่นรวมของดินในบริเวณที่ลาดชันปานกลางและสูง บางระดับความลึกมีค่าสูงกว่าดินโดยทั่วไป อธิบายได้ว่าเนื่องจากบริเวณที่ลาดชันทั้งสองในชั้นที่ลึกลงไปมีองค์ประกอบของเนื้อดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินแกรนิต ทั้งนี้บางบริเวณ เช่น ที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ระยะทางห่างจากโคนต้น 50 เซนติเมตร มีหินผุผสมอยู่ในแนวแคบ ๆ และในทุกพื้นที่ลาดชันที่ศึกษา เมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นรวมของดินจะเพิ่มมากขึ้นตามความลึกของดิน ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของดินปกติ (ดุสิต มานะจุติ, 2535)

Abbott, Fraley และ Reynolds (1991) ศึกษาความหนาแน่นรวมของดินบริเวณลุ่มแม่น้ำ Snake ใน Idaho พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินที่ความลึก 20 เซนติเมตรเท่ากับ 1.34-1.56 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ในดินที่ถูกรบกวน และเท่ากับ 1.42-1.58 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ในดินที่ไม่ถูกรบกวน

วิชาญ ตันนุกิจ (2516) ศึกษาสมบัติของดินกับความลาดชันบริเวณป่าดิบเขาดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ลักษณะความลาดชันไม่แสดงอิทธิพลอย่างเห็นได้ชัดต่อความหนาแน่นรวมของดินที่ลึกระหว่าง 0-20 เซนติเมตร ความหนาแน่นรวมของดินในป่าดินเขาธรรมชาติมีค่าไม่เกิน 1.0 คืออยู่ระหว่าง 0.74-0.84 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร อาจกล่าวได้ว่าน้อย ดินที่มีความหนาแน่นรวมมาก ทำให้ความคงทนของดินลดลง ดินที่มีเนื้อละเอียดจะมีความหนาแน่นรวมต่ำกว่าดินเนื้อหยาบ ดังนั้นดินที่มีความหนาแน่นรวมสูง ความคงทนของดินต่อการพังทลายจะต่ำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.1.3 <u>ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน</u> ดินจะมีระดับการดูดยึดน้ำไว้ในลักษณะต่าง ๆ นับตั้งแต่ดินได้รับน้ำเต็มที่ ระดับการดูดยึดน้ำไว้ในดินจะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน และปริมาณน้ำที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช ปริมาตรน้ำที่อยู่ในช่องว่างทั้งหมดขณะนั้นคือ ความสามารถสูงสุดของดินที่จะดูดยึดน้ำไว้ได้ จากการศึกษาพบว่าค่าความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน บริเวณพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดชันน้อย มีค่าใกล้เคียงกันทุกระดับความลึก และระยะทางห่างจากโคนต้น กล่าวคือ พื้นที่ราบมีค่าอยู่ระหว่าง 35.23-44.15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ตารางที่ ผ.18 และ ผ.12) พื้นที่ลาดชันน้อยมีค่าอยู่ระหว่าง 32.31 -39.46 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ผ.19) สำหรับพื้นที่ลาดชันปานกลาง และสูงมีความสามารถในการดูดยึดน้ำใกล้เคียงกัน คือมีค่าอยู่ระหว่าง 32.31-39.46 และ 40.66-46.77 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ตารางที่ ผ.20 และ 21)อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าเหล่านี้ระหว่างพื้นที่ลาดชัน จะเห็นได้ว่า ค่าเหล่านี้มีการแปรเปลี่ยนไปไม่มากในทุกพื้นที่ลาดชันจึงค่อนข้างที่จะมีความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินตามความลึก จากการทดสอบโดยใช้ Pearson correlation พบว่าเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินจะลดลงเล็กน้อย และเมื่อพิจารณาค่าความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินกับปริมาณอนุภาคดินเหนียว และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน จากการหาความสัมพันธ์แบบ Pearson correlation พบว่ามีความสัมพันธ์กันกล่าวคือเมื่อความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินเพิ่มขึ้น ปริมาณอินทรีย์วัตุในดินจะสูงขึ้น และจะสัมพันธ์กับปริมาณอนุภาคดินเหนียว กล่าวคือความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณอนุภาคดินเหนียวสูงขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินขึ้นกับปริมาณอนุภาคดินเหนียวและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ดุสิต มานะจุติ, 2535)

5.3.2 <u>สมบัติทางเคมีของดิน</u>

5.3.2.1 <u>ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน</u> พบว่า ค่า pH ของดินในแต่ละบริเวณความลาดชันของพื้นที่สวนยางพาราที่ศึกษามีสภาพเป็นกรดอ่อน ได้แก่พื้นที่ราบมีค่า pH ระหว่าง 6.12-6.21 พื้นที่ลาดชันน้อย ปานกลาง และสูง มีค่าอยู่ระหว่าง 6.13-6.26, 6.04-6.22 และ 6.01-6.28 ตามลำดับ (ตารางที่ผ.18-21) ค่าดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าไม่มีความแแตกต่างกันมากนัก แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามความลึกและระยะทางห่างจากโคนต้นมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เด่น ความเป็นกรด-ด่างของดินทุกความลาดชันที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 6.12-6.28 ค่า pHในดินที่กล่าวมาทั้งหมดนี้อยู่ในช่วงที่พืชทั่ว ๆ ไปจะเจริญได้ดี (คือระดับ

pH 5.5-7.0) เพราะ pH ช่วงนี้ช่วยทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

วิชาญ ตันนุกิจ (2516) พบว่า pH ของดินบริเวณป่าดิบเขาธรรมชาติ จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าความเป็นกรด คือมีค่าอยู่ระหว่าง 4.98-5.27 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีมากคือ 12.16 เปอร์เซนต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุเหล่านี้เมื่อเน่าเปื่อยจะให้กรดอินทรีย์ และพบว่าดินที่มีความเป็นกรดจะมีแนวโน้มต่อการแตกกระจายของดินสูง

5.3.2.2 <u>ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน</u> อินทรีย์วัตถุในดินมีบทบาทเกี่ยวกับการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของดิน รวมทั้งเกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นตัวเชื่อมระหว่างอนุภาคหรือเม็ดดิน เมื่อรวมกับน้ำจะเกิดกรดช่วยละลายธาตุอาหารบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชได้มากขึ้น จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ราบ พื้นที่ลาดชันน้อย, ปานกลางและสูง มีค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ระหว่าง 1.34-3.94, 0.66-2.30, 1.29-4.14 และ1.11-2.93 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ ผ.18-21) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบริเวณที่ศึกษาทุกความลาดชัน ตามความลึกของดินโดยใช้ Pearson correlation พบว่าทุกพื้นที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุจะลดลงเมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้น โดยจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากสุดที่บริเวณดินบนระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ไม่ว่าดินนั้นจะอยู่ใกล้หรือไกลโคนต้นออกไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เอิบ เขียวรื่นรมณ์ (2533) ที่พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของประเทศไทย จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น และบริเวณผิวดินจะมีปริมาณอินทรีย์มากที่สุด และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบริเวณพื้นที่ลาดชันปานกลาง มีค่าสูงกว่าบริเวณพื้นที่ลาดชันอื่น ๆ โดยที่ระดับความลึกช่วง 0-10 เซนติเมตร ระยะทางห่างจากโคนต้น 100เซนติเมตรมีค่าอินทรีย์วัตถุสูงสุดถึง 4.14 เปอร์เซนต์ ส่วนบริเวณอื่นของพื้นที่ลาดชันปานกลางมีค่าอยู่ระหว่าง 1.29-3.85 เปอร์เซนต์ จะเห็นได้ว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทุกความลาดชันที่ศึกษา มีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับป่าธรรมชาติ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งวิชาญ ตันนุกิจ (2516) ได้ศึกษาที่ระดับความลาดชันต่าง ๆ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินป่าดิบเขาซึ่งเป็นป่าธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย 11.86, 11.41, 11.16 และ 11.10 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายความหนาแน่นของรากกับสมบัติบางประการของดิน

เมื่อพิจารณาตารางที่ 3-6 และตารางที่ ผ.9-12 จะเห็นได้ว่า รากแต่ละขนาดมีการกระจายความหนาแน่นลงสู่ดินได้มากน้อยไม่เท่ากัน รากบางขนาดสามารถหยั่งลงสู่ดินได้หลายระดับความลึก บางขนาดหยั่งลงได้เพียง ระดับความลึก 20 เซนติเมตรเท่านั้น แสดงให้เห็นว่าน่าจะมีปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งมาเป็นตัวคอยจำกัดกระกระจายความหนาแน่นของราก ปัจจัยที่น่าจะนำมาพิจารณาเป็นอันดับแรกคือลักษณะทางกายภาพและทางเคมี ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่ใกล้ชิดรากมากที่สุด และรากที่จะพิจารณาคือ รากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร ซึ่งรากขนาดนี้จัดได้ว่าเป็นรากละเอียด (fine root) ที่ทำหน้าที่ดูด หาอาหาร และแร่ธาตุเพื่อการเจริญเติบโต สำหรับรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร จะเป็นรากที่เกาะประสานให้รากติดอยู่กับดิน ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงหรือเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวให้กับมวลดินให้เพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์หา ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร ความลึก พื้นที่ลาดชัน ระยะทางห่างจากโคนต้น และสมบัติบางประการของดินอันได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียว และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ในรูปแบบของความสัมพันธ์แบบ multiple linear regression พบว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะเป็นเส้นตรง ค่า r^2 มีค่าเท่ากับ 0.682 และสมการที่ใช้เป็นตัวแทนความสัมพันธ์ แสดงไว้ในตารางที่ 11

$$\text{Log}\ (1+W_{r1}^{1/2}) = 0.505 - 0.003Dp - 0.000Ds + 0.005S - 0.010Db - 0.002W - 0.006C + 0.058OM$$

รากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร มีการกระจายความหนาแน่นมากเมื่ออยู่บริเวณผิวดิน และเมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การกระจายความหนาแน่นของรากจะลดลง เมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของรากจะมีค่าลดลงในทุกระดับความลาดชันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากโดยทั่วไปความหนาแน่นรวมของดินจะเป็นตัวถ่วง หรือกีดกั้นการเจริญของรากในดิน (Miller, 1986) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า เมื่อความหนาแน่นรวมของดินมีค่าระหว่าง 1.2-1.6 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นของรากส่วนใหญ่มีค่าประมาณ 0.030กิโลกรัม/ตารางเมตร.10เซนติเมตร (ตารางที่ ผ.8 และ ผ.18) แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่ายังมีรากบาง

ส่วนที่มีการเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความหนาแน่นรวมช่วงนี้ และความหนาแน่นรวมของราก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดังกล่าวมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความลาดชันของพื้นที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปรากฏว่ามีค่าน้อยคือมีค่าไม่ถึง 0.020 กิโลกรัม/ตารางเมตร.10เซนติเมตร ดังนั้นการพิจารณาความสัมพันธ์ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องพิจารณาสิ่งอื่น ๆ ควบคู่กันไปด้วย เช่นความลึกที่พบรากนั้น ๆ โดยค่าความหนาแน่นสูงสุดของรากในแต่ละความลาดชันที่ความลึก0-10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความลึกระดับผิวดิน ก็เนื่องจากบริเวณผิวดินมีปริมาณออกซิเจนสูงกว่าความลึกอื่น ๆ ของดิน ความต้องการออกซิเจนของพืชทำให้พืชมีการปรับตัวเพื่อการเจริญเติบโต และนอกจากนี้ยังมีความเหมาะสมในด้านอื่น ๆ อีกเช่น ที่ระดับผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) ของทุกพื้นที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน ส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าความลึกอื่น ๆ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร กับความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน พบว่าเมื่อความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินมีค่าน้อย ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างไม่มีนัยสำคัญ ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินจะต่างกันเพียงเล็กน้อย Miller (1938) อธิบายว่าในดินที่มีความสามารถในการดูดยึดน้ำเท่ากับ 42, 45 และ 49 เปอร์เซนต์ จะทำให้สัดส่วนของน้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือรากข้าวโอ๊ตต่อน้ำหนักแห้งของรากเท่ากับ 6.6, 11.5 และ 13.2 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินแม้จะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยแต่ก็ยังมีผลต่อระบบรากพืช แต่เมื่อพิจารณาในพื้นที่ลาดชันสูงซึ่งค่าความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินจะมีผลตรงกันข้ามกับพื้นที่อื่น ๆ กล่าวคือความหนาแน่นของรากที่ผิวดินมีค่ามากสุด แต่ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินน้อย เช่นบริเวณผิวดินค่านี้จะน้อยกว่าระดับความลึกอื่น ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ประกอบด้วยเช่นความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณ litter พบว่าบริเวณผิวดินของพื้นที่ลาดชันสูงมีปริมาณ litter อันเป็นส่วนของยางพาราเอง และส่วนของพันธุ์ไม้ระหว่างแถวยางพาราที่มีหลากชนิดกว่าพื้นที่อื่น ๆ ได้ถูกพัดพามาอยู่ตามขั้นบันไดที่ปลูกยางพารา จากการศึกษาของ Klinge และ Herrera (1978) พบว่าในป่าแถบลุ่มน้ำอเมซอนซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินรากจะมีการฟอร์มตัวโดยการกระจายความหนาแน่นอยู่ที่ระดับผิวดินเนื่องจากที่บริเวณผิวดินมีปริมาณ litter มากดังนั้นแม้ว่าความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินจะมีค่าน้อย แต่ปริมาณ litter และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ที่ผิวดินซึ่งมีปริมาณมากกว่าระดับความลึกอื่นๆ และเมื่อความลึกสูงขึ้น ความหนาแน่นรวมของดินในพื้นที่ลาดชันสูงค่อนข้างมากกว่าพื้นที่อื่นประกอบกันเข้ากับชั้นล่างของดินบริเวณนี้มีหินแกรนิตเป็นหินพื้น (Bed rock) จึงมีผลทำให้ความหนาแน่นของรากมีการกระจายอยู่ที่ระดับดินบนช่วงความลึก 0-30 เซนติเมตร และมีค่าสูง

กว่าพื้นที่อื่นโดยเฉพาะบริเวณที่ติดกับโคนต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายความหนาแน่นของรากขนาด 0-0.2 เซนติเมตร กับปริมาณอนุภาคดินเหนียว พบว่าเมื่อปริมาณอนุภาคดินเหนียวสูงขึ้น ความหนาแน่นของรากมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจาก ในดินที่มีอนุภาคดินเหนียวเป็นองค์ประกอบอยู่มากลักษณะเนื้อดินจะละเอียดกว่า ดินที่มีอนุภาคดินเหนียวเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย ดินที่บริเวณความลาดชันปานกลางและสูง จัดเป็นดินที่มีเนื้อละเอียดกว่าบริเวณอื่น ๆ การเกาะตัวของเม็ดดินจะมีมากเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับเม็ดดินรากพืชจึงชอนไชเข้าไปได้น้อย (Miller, 1938) แต่เนื่องจากดินเนื้อละเอียดสามารถดูดซับอาหารได้สูง (ดุสิต, 2535) รักษาปริมาณอินทรีย์วัตถุให้อยู่ในดินในระดับที่เหมาะสมได้ จึงควรพิจารณาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเป็นองค์ประกอบด้วย

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสัมพันธ์กับการกระจายความหนาแน่นของรากกล่าวคือเมื่อดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมาก ความหนาแน่นของรากจะมากอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อพิจารณาจากความลาดชัน และจากความลึกของดิน พบว่ารากส่วนใหญ่จะกระจายความหนาแน่นมากที่บริเวณผิวดินซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าระดับความลึกอื่น ๆและพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุที่บริเวณติดโคนต้น ของพื้นที่ลาดชันปานกลางมีค่าสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ คือมีค่าเท่ากับ 3.85 เปอร์เซนต์ ซึ่งค่าดังกล่าวจะใกล้เคียงกับพื้นที่ราบ (3.68 เปอร์เซนต์)

จากการพิจารณาในภาพรวมจะเห็นได้ว่า การกระจายความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร ตามระดับความลึกของดิน ขึ้นกับระยะทางห่างจากโคนต้น ความลาดชัน และขึ้นอยู่กับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียว ความหนาแน่นรวมของดิน

พิจารณาเฉพาะแต่ละพื้นที่พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร ตามความลึกของดินและระยะทางห่างจากโคนต้น ตลอดจนความหนาแน่นรวมของดิน ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียวและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ทำการ probit transformation ข้อมูลแบบเดียวกับความหนาแน่นของรากในข้อ 5.2.1.1 สมการที่ใช้เป็นตัวแทนความสัมพันธ์ แสดงไว้ในตารางที่ 12

<u>พื้นที่ราบ</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร จะสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ คือความหนาแน่นของรากจะลดลงเมื่อระดับความลึก และระยะทางห่าง

จากโคนต้นเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ และมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นรวมของดิน โดยค่าความหนาแน่นของรากจะมากเมื่อความหนาแน่นรวมของดินน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญ และเมื่อปริมาณอนุภาคดินเหนียวน้อย ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างไม่มีนัยสำคัญ สัมพันธ์กับความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน โดยความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินลดลง ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างไม่มีนัยสำคัญ ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่า $r^2 = 0.814$

<u>พื้นที่ลาดชันน้อย</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร จะสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ คือความหนาแน่นของรากจะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มขึ้น อย่างไม่มีนัยสำคัญ และมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นรวมของดิน โดยค่าความหนาแน่นของรากจะมากเมื่อความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ และเมื่อปริมาณอนุภาคดินเหนียวน้อย ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยที่ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ขณะนั้นความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่า $r^2 = 0.599$

<u>พื้นที่ลาดชันปานกลาง</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร จะสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ คือความหนาแน่นของรากจะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มขึ้น อย่างไม่มีนัยสำคัญ และมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นรวมของดิน โดยค่าความหนาแน่นของรากจะมากเมื่อความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ และเมื่อปริมาณอนุภาคดินเหนียวน้อย ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งขณะนั้นความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ นอกจากนี้ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่า $r^2 = 0.682$

<u>พื้นที่ลาดชันสูง</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-0.2 เซนติเมตร จะสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ คือความหนาแน่นของรากจะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มขึ้น อย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยขณะนั้นความหนาแน่นรวมของดิน เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ และปริมาณอนุภาคดินเหนียวน้อย ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างมีนัยสำคัญ ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่า $r^2 = 0.765$

จากการวิเคราะห์หา ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง0.2-0.5 เซนติเมตร ความลึก พื้นที่ลาดชัน ระยะทางห่างจากโคนต้น และสมบัติบาง

ประการของดินอันได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดินความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียว และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในรูปแบบของความสัมพันธ์แบบ multiple linear regression พบว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะเป็นเส้นตรง ค่า r^2 ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความถูกต้องของการทำนายตาม model นี้มีค่าเท่ากับ 0.477 สมการที่ใช้เป็นตัวแทนความสัมพันธ์เกี่ยวกับความหนาแน่นของราก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 11 ดังนี้

$$\text{Log}(1 + W_{r2}^{1/2}) = 0.491 - 0.002Dp - 0.000Ds + 0.000S - 0.021Db$$
$$-0.004W - 0.003C + 0.0900M$$

รากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร มีการกระจายความหนาแน่นมากเมื่ออยู่บริเวณผิวดิน และเมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การกระจายความหนาแน่นของรากจะลดลง เมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของรากจะมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกระดับความลาดชันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง การกระจายความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร กับความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน พบว่าเมื่อความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินมีค่าน้อย ความหนาแน่นของรากจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายความหนาแน่นของรากขนาด 0.2-0.5เซนติเมตร กับปริมาณอนุภาคดินเหนียว พบว่าเมื่อปริมาณอนุภาคดินเหนียวสูงขึ้น ความหนาแน่นของรากมีแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ

พิจารณาเฉพาะแต่ละพื้นที่พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร ตามความลึกของดิน และระยะทางห่างจากโคนต้นตลอดจนความหนาแน่นรวมของดิน ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียว และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน สมการที่ใช้เป็นตัวแทนความสัมพันธ์ แสดงไว้ในตารางที่ 12

<u>พื้นที่ราบ</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร จะสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ คือ ความหนาแน่นของรากจะลดลงเมื่อระดับความลึก และระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญและไม่มีนัยสำคัญตามลำดับ โดยขณะนั้นความหนาแน่นรวมของดิน จะมีค่าน้อยลงทำให้ความหนาแน่นของรากเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ และเมื่อ

ปริมาณอนุภาคดินเหนียวน้อย ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างไม่มีนัยสำคัญ สัมพันธ์กับความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน โดยความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินลดลง ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างไม่มีนัยสำคัญ ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่า $r^2 = 0.526$

<u>พื้นที่ลาดชันน้อย</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2 - 0.5 เซนติเมตรจะสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ คือความหนาแน่นของรากจะลดลงเมื่อระดับความลึกและระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มขึ้น อย่างไม่มีนัยสำคัญ และขณะนั้นความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ และมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นรวมของดินที่เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ และเมื่อปริมาณอนุภาคดินเหนียวมาก ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งขณะนั้นความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ นอกจากนี้ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามาก เมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่า $r^2 = 0.458$

<u>พื้นที่ลาดชันปานกลาง</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 เซนติเมตร จะสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ คือความหนาแน่นของรากจะลดลงเมื่อระดับความลึกและระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มขึ้น อย่างไม่มีนัยสำคัญ และมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นรวมของดิน โดยค่าความหนาแน่นของรากจะมากเมื่อความหนาแน่นรวมของดินลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ และเมื่อปริมาณอนุภาคดินเหนียวมาก ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างไม่มีนัยสำคัญ และสัมพันธ์กับความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินที่ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ นอกจากนี้ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามาก เมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่า $r^2 = 0.508$

<u>พื้นที่ลาดชันสูง</u> ความหนาแน่นของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5เซนติเมตร จะสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ คือความหนาแน่นของรากจะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ระยะทางห่างจากโคนต้นเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ โดยขณะนั้นความหนาแน่นรวมของดิน เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ และปริมาณอนุภาคดินเหนียวน้อย ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ นอกจากนี้ความหนาแน่นของรากจะมีค่ามากเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่า $r^2 = 0.577$