อินทรียวัตถุในดินใช้เป็นตัวชี้ความเสื่อมโทรมของที่ดินได้ การใช้ที่ดินในภูมิประเทศลักษณะลูกคลื่นลอนลาดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีดินเนื้อทราย เริ่มจากการบุกเบิกพื้นที่ซึ่งเคยเป็นป่าไม้เพื่อทำการเกษตร ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของดิน เช่นความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงในบางกรณีโดยเฉพาะการปลูกพืชไร่ ดังจะเห็นได้จากผลผลิตที่ลดลง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการใช้ที่ดินและการจัดการดินต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุส่วนต่าง ๆ และการเปลี่ยนรูปไนโตรเจน โดยทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงของเกษตรกรที่มีการใช้ที่ดินต่างกันและตั้งอยู่ต่อเนื่องกันในภูมิประเทศ ประกอบด้วย ป่าไม้ (อยู่บนตำแหน่งสูงสุดของพื้นที่) พื้นที่ดอนอยู่ต่ำลงมาทำการปลูกพืชไร่ ได้แก่ มันสำปะหลัง มี 2 แปลง (อยู่ด้านสูงและต่ำของความลาดเอียง เรียกว่า แปลงบนและล่าง ตามลำดับ) และอ้อย 2 แปลง (อ้อยปลูกและอ้อยตอ) และพื้นที่ต่ำใช้ทำนา ดินในพื้นที่ศึกษาเป็นชุดดินโคราช (Oxic Paleustult) ที่มีดินชั้นบนเป็นชั้นของดินทรายหนาและชุดดินอุบล (Aquic Quartzipsamment) การเก็บตัวอย่างดินเก็บตามตำแหน่งบนความลาดเอียงของพื้นที่ คือ สูง กลางและต่ำ ที่ความลึก 0-15 ซม. ส่วนระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างดินขึ้นกับการจัดการดินของเกษตรกรในแปลงนั้น ๆ เช่น การไถพรวน การปลูก และการใส่ปุ๋ย เป็นต้น สำหรับตัวอย่างพืชเก็บใบร่วงในหนึ่งฤดูปลูก ตัวอย่างดินที่ได้นำไปวิเคราะห์แยกส่วนต่าง ๆของอินทรียวัตถุและวิเคราะห์การเปลี่ยนรูปไนโตรเจนจากรูปอินทรีย์เป็นรูปอนินทรีย์โดยวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์ (แอมโมเนียม+ไนเตรต) ในดิน ส่วนตัวอย่างพืชนำไปวิเคราะห์อัตราส่วนคาร์บอน: ไนโตรเจน ลิกนิน และโพลีฟีนอล การแยกอินทรียวัตถุเป็นส่วน ๆ ประกอบด้วย ส่วนที่เปลี่ยนแปลงง่ายคือมีการสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารได้เร็ว ได้แก่ มวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน และอินทรียวัตถุขนาดใหญ่ และอินทรียวัตถุส่วนที่เสถียรคือใช้เวลาในการย่อยสลายนาน ได้แก่ กรดฮิวมิก การวิเคราะห์อินทรียวัตถุขนาดใหญ่แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) การแยกตามขนาดอนุภาคได้ทั้งหมด 4 ขนาดอนุภาค คือ 0.5-1 มม., 0.25-0.5 มม., 0.106-0.25 มม. และ 0.053-0.106 มม. 2) การแยกตามความหนาแน่น ทำแยกอินทรียวัตถุขนาดต่าง ๆ ตามข้อ 1) โดยใช้ของเหลวความหนาแน่นสูง คือ sodium-

polytungstate ที่มีความหนาแน่น 1.3 และ 1.8 g cm^{-3} ซึ่งจะได้อินทรียวัตถุขนาดใหญ่ที่มีความหนาแน่น < 1.3 g cm^{-3} (LF), อินทรียวัตถุส่วนที่มีความหนาแน่นระหว่าง 1.3-1.8 g cm^{-3} (IF) และอินทรียวัตถุขนาดใหญ่ที่มีความหนาแน่นมากกว่า 1.8 g cm^{-3} (HF) นอกจากนี้ได้แยกส่วนเศษซากอินทรีย์ในดินที่มีขนาด > 2 และ 1-2 มม. ซึ่งจัดเป็นซากอินทรีย์ (litter) และยังได้วิเคราะห์ขนาดและความคงทนของเม็ดดินในการใช้ที่ดินต่าง ๆด้วย

การใช้ที่ดินและการจัดการดินมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุในดินและการเปลี่ยนรูปไนโตรเจน โดยดินป่าไม้จะมีคาร์บอนอินทรีย์ 5.5 g kg^{-1} มวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน 116.14 และ 26.56 mg kg^{-1} ตามลำดับ มากกว่าดินในพื้นที่เกษตรกรรม เช่น แปลงมันสำปะหลังบนที่มีคาร์บอนอินทรีย์ 1.2 g kg^{-1} มวลชีวภาพคาร์บอนและไนโตรเจน 37.24 และ 7.11 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนแปลงนามีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงรองจากป่าไม้ (4.2 g kg^{-1} คาร์บอนอินทรีย์, และ 78.33 mg kg^{-1} มวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน) ถ้าเปรียบเทียบแปลงที่ปลูกพืชไร่ด้วยกันจะพบว่า แปลงมันสำปะหลังจะมีอินทรียวัตถุส่วนต่าง ๆ ต่ำกว่าแปลงอ้อยปลูกและอ้อยตอ เช่น แปลงอ้อยปลูกซึ่งมีคาร์บอนอินทรีย์ 4.0 g kg^{-1} มวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน 75.48 และ 16.48 mg kg^{-1} ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเศษซากสารอินทรีย์ขนาด > 2 และ 1-2 มม. และอินทรียวัตถุขนาดใหญ่จะได้รับอิทธิพลจากการใช้ที่ดิน โดยการใช้ที่ดินที่มีการให้สารอินทรีย์กลับคืนแก่ระบบในปริมาณมากจะส่งผลให้มีปริมาณเศษซากอินทรีย์และอินทรียวัตถุขนาดใหญ่สูง กล่าวคือ ป่าไม้มีปริมาณสารอินทรีย์ที่ให้แก่ระบบ 6.64 ตัน/เฮกตาร์/ปี มากกว่าพื้นที่เกษตรกรรม เช่น นา 3-5 ตัน/เฮกตาร์/1 ฤดูปลูก แปลงอ้อยตอ 4.04 และแปลงมันสำปะหลังบน 2.86 ตัน/เฮกตาร์/1 ฤดูปลูก ซึ่งส่งผลให้ปริมาณเศษซากที่มีขนาด > 2 มม. เป็น12.10 g kg^{-1} ในแปลงป่าไม้, 8.28 g kg^{-1} ในแปลงนา, 2.66 g kg^{-1} ในแปลงอ้อยตอ ซึ่งมากกว่าแปลงมันสำปะหลังบน (0.72 g kg^{-1}) ปริมาณอินทรียวัตถุขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักเบา (LF) ในแปลงอ้อยและนาจะสูงกว่าแปลงป่าไม้ (1.893 g kg^{-1} ในแปลงอ้อยตอ, 1.754 g kg^{-1} ในแปลงนา และ 1.295 g kg^{-1} ในแปลงป่าไม้) เนื่องจากคุณภาพสารอินทรีย์ กล่าวคือ ใบอ้อยมีอัตราส่วนคาร์บอน : ไนโตรเจนสูงทำให้การย่อยสลายเป็นไปได้ช้า ส่วนแปลงมันสำปะหลังมีปริมาณ LF ต่ำที่สุด นอกจากนี้อัตราส่วนคาร์บอน : ไนโตรเจน ของ LF ลดลงตามขนาดอนุภาคที่เล็กลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอินทรียวัตถุในส่วน LF ที่มีขนาดเล็กมีการสลายตัวไปมากกว่า LF ที่มีขนาดใหญ่ ส่วนอินทรียวัตถุขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักมาก (HF) ซึ่งใช้ปริมาณคาร์บอนเป็นตัวชี้ปริมาณพบว่าแปลงป่าไม้มี HF ขนาดกลางคือ 0.25-0.5 มม. และขนาดเล็กที่สุด (0.053-0.106 มม.) มากที่สุด แปลงอ้อยและนามีปริมาณรองลงมา ในขณะที่แปลงมันสำปะหลังบนมีปริมาณคาร์บอนของ HF ทุกขนาดอนุภาคต่ำที่สุด

แปลงป่าไม้มีกรดฮิวมิก (11.98 g kg^{-1}) มากกว่าพื้นที่เกษตร ยกเว้นแปลงนา (10.86 g kg^{-1}) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับดินป่าไม้ รองลงมาจากนาได้แก่ แปลงอ้อย (7.71-9.67 g kg^{-1}) ส่วนแปลงมันสำปะหลัง (5.66-7.24 g kg^{-1}) มีปริมาณกรดฮิวมิกต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามกลับพบว่า

แปลงมันสำปะหลังมีการพัฒนาการของกรดฮิวมิก (ชี้โดยค่าอัตราส่วน E_4/E_6) ไปได้ไกลกว่าแปลงป่าไม้ นา และอ้อย เพราะได้รับสารอินทรีย์ใหม่ๆ เข้าสู่ระบบน้อยทำให้สารอินทรีย์ที่มีอยู่เดิมมีการย่อยสลายและพัฒนาไปได้ไกล

สำหรับปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์ในดิน แปลงป่าไม้มีปริมาณ 0.75 mg kg^{-1} ต่ำกว่าในพื้นที่เกษตรกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2.46, 2.34 และ 2.70 mg kg^{-1} ในแปลงนาข้าว มันสำปะหลังล่าง และอ้อยตอ ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าในแปลงป่าไม้มีการหมุนเวียนไนโตรเจนมีประสิทธิภาพกว่าพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้รับไนโตรเจนจากการให้ปุ๋ยมากกว่าที่พืชนำไปใช้ นอกจากนี้ปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณ LF ขนาด 0.25-0.5 มม. และอัตราส่วนคาร์บอน : ไนโตรเจนของ LF ทุกขนาด แสดงว่า LF เป็นส่วนของอินทรียวัตถุในดินที่เป็นแหล่งให้ไนโตรเจนอนินทรีย์แก่ดินที่สำคัญที่สุด สำหรับขนาดและความคงทนของเม็ดดินในแปลงป่าไม้จะมากกว่าพื้นที่การเกษตร ยกเว้นนาข้าว ซึ่งมีเนื้อดินละเอียดกว่าแปลงอื่น ๆ พื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่จะมีการรบกวนดิน เช่น การไถพรวน ทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย ส่งผลให้เม็ดดินมีขนาดเล็กลงและความคงทนของเม็ดดินต่ำ เมื่อเปรียบเทียบแปลงที่ปลูกพืชไร่ พบว่าแปลงอ้อยจะมีขนาดและความคงทนของเม็ดดินมากกว่าแปลงมันสำปะหลัง

การจัดการดินในระบบการใช้ที่ดินต่างๆ เช่น การไถพรวน การปลูก การกำจัดวัชพืชและการใส่ปุ๋ยเคมี รวมทั้งปัจจัยทางธรรมชาติเช่น ฤดูกาล มีผลอย่างสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุส่วนที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย คือ มวลชีวภาพจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนรูปไนโตรเจน ซึ่งเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดฤดูปลูก มวลชีวภาพจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเมื่อมีการไถพรวนและเมื่อความชื้นดินเพิ่มขึ้น เช่น ในฤดูฝน แต่ลดลงเมื่อเกิดไฟป่าและในฤดูแล้ง การใส่ปุ๋ยเคมีอาจทำให้มวลชีวภาพเพิ่มขึ้นหรือไม่เปลี่ยนแปลงขึ้นกับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดิน ดังนั้นมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจนในแปลงมันสำปะหลังบนไม่เปลี่ยนแปลงหลังการให้ปุ๋ยเคมี เพราะแปลงนี้มีคาร์บอนต่ำ (1.22 g kg^{-1}) ในขณะที่ในแปลงอ้อยตอซึ่งมีคาร์บอน (2.03 g kg^{-1}) มากกว่าแปลงมันสำปะหลังบน มีมวลชีวภาพจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นหลังใส่ปุ๋ย

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินปลูกพืชไร่จะก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของดินโดยอินทรียวัตถุส่วนต่างๆ มีปริมาณลดลงและการหมุนเวียนไนโตรเจนไม่มีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการใช้ที่ดินเดิม คือ ป่าไม้ที่เป็นระบบธรรมชาติ อย่างไรก็ตามพืชไร่ต่างชนิดมีผลต่ออินทรียวัตถุในดินต่างกัน อ้อยไม่ทำให้อินทรียวัตถุในดินลดลงมากเท่ามันสำปะหลัง เพราะอ้อยมีการให้กลับคืนสารอินทรีย์สูงกว่าจากใบร่วงและราก นอกจากนี้การใช้ที่ดินทำนาไม่ทำให้ดินเสื่อมโทรม เห็นได้จากมีปริมาณอินทรียวัตถุส่วนต่างๆ ใกล้เคียงกับป่าไม้ สาเหตุหนึ่งเพราะที่นามีดินที่มีเนื้อละเอียดกว่า และตั้งอยู่ในที่ต่ำได้รับสารอินทรีย์จากพื้นที่เหนือขึ้นไป แนวทางที่จะช่วยป้องกันความเสื่อมโทรมของดินในพื้นที่เกษตร คือ การเลียนแบบระบบธรรมชาติ โดยมีการให้กลับคืนสารอินทรีย์แก่ระบบ ขณะเดียวกันนำสารอินทรีย์ออกนอกระบบให้น้อยที่สุด ลดการรบกวนดิน และให้มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ซึ่งระบบวนเกษตรเป็นแนวทางหนึ่งที่มีศักยภาพจะทำได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Soil organic matter (SOM) can be used as an indicator of land degradation. Land-use change in undulating terrain of Northeast Thailand, which has coarse-textured soils, is from forest to agriculture. This has brought about perceived soil degradation as seen in declined yields especially upland crops and declined soil fertility. The objectives of this study were to investigate effects of land use and soil management on changes in various pools of SOM and nitrogen transformation. Soil was sampled in farmers' field plots situated mostly adjacent to each other in undulating terrain. These plots had different land use systems including forest in the uppermost position ; field crops in the upland consisting of cassava (2 plots at upper and lower positions on the terrain) and sugarcane (2 plots: planted and ratoon); and paddy rice in the lowland. The soils were Khorat series (Oxic Paleustult) and Ubon series (Aquic Quartzipsamment). In each plot soils were sampled (0-15 cm depth) at upper, middle, and lower slope positions. Sampling time was determined by farmers' management practices on the plots, e.g. ploughing, planting and applying fertilizers. Quantities of litter fall from forest, cassava and sugarcane were continuously monitored in the studied plots. The soil samples were analyzed for various pools of SOM and mineral nitrogen (NH_4^++ NO_3^-), while the plant litter samples were analyzed for C/N ratios, lignin and polyphenol. The SOM pools analyzed included the labile pool (microbial biomass C and N); and the stable pool (humic substance). Macroorganic matter analysis consisted of 2 steps : 1) Size fractionation through wet sieving. This resulted in 4 sizes: 0.5-1 mm., 0.25-0.5 mm., 0.106-0.25 mm. and 0.053-0.106 mm. 2) Density fractionation of the various size fractions in 1 employing

while the cassava had the lowest humic acid (5.66-7.24 g kg^{-1}). On the contrary, the cassava exhibited the highest degrees of humification (as indicated by E_4/E_6 ratios). This is likely because it received lower quantities of new organic input resulting in advanced humification stage of the existing input.

Mineral N was significantly lower in the forest (0.75 mg kg^{-1}) than the cultivated fields (2.46, 2.34, and 2.70 mg kg^{-1} for the paddy, the cassava lower plot, and the ratoon sugarcane, respectively), indicating a more efficient N cycling in the forest system. The cultivated fields received N from fertilizer application which were not totally recovered by the crops. In addition, mineral N exhibited significant positive correlation with the quantity of $LF_{0.25-0.5\ mm.}$ and the C : N ratios of LF of all sizes. This indicates that LF is the most important SOM pool for N release. As for the soil aggregate size (MWD) and the aggregate stability, the forest had larger aggregate size and higher aggregate stability than the agricultural land use systems with an exception of the paddy fields, that had finer soil texture. On comparing the upland field crop land-use systems, the sugarcane exhibited larger soil aggregate and aggregate stability than the cassava.

Soil management practices in different land-use systems, e.g. ploughing, weeding, and applying fertilizers, as well as natural factors such as seasonal variation, exerted significant effects on dynamics of the labile SOM pools (microbial biomass) and N transformation. Microbial biomass increased after ploughing and when soil moisture increased i.e. in rainy season. However, it decreased after a wild fire and in dry season. Fertilizer application could have resulted in an increased or an unchanged microbial biomass depending on quantities of soil carbon. Microbial biomass N in the cassava upper plot did not change after fertilizer application due to its low soil carbon content (1.22 g kg^{-1}). On the other hand, the ratoon sugarcane with higher soil carbon (2.03 g kg^{-1}) showed an increase in microbial biomass after fertilizer application.

This study has pointed out clearly that upland field crop landuse systems bring about soil degradation as seen in the decline in various pools of SOM and the inefficient N cycling, as compared with the original forest stage.. However, different kinds of field crops have different effects on SOM. Sugarcane did not result in as high SOM decline compared to the cassava. This was because sugarcane had higher organic return than cassava (i.e. leaf litter and roots). In addition, the paddy-rice land use did not bring about soil degradation as seen in the comparable quantities of some SOM pools to the forest. This is partly due to the finer soil texture and the lower position of the paddy plot

sodium-polytungstate solution at densities of 1.3 and 1.8 g cm^{-3}. Subsequently, 3 fractions were obtained: a light fraction (LF) with a density < 1.3 g cm^{-3}, an intermediate fraction (IF) with a density between 1.3-1.8 g cm^{-3}, and a heavy fraction (HF) with a density > 1.8 g cm^{-3}. In addition, soil litter (size > 2 and 1-2 mm.), aggregate size (mean weight diameter) and stability were also determined.

Land use and soil management exerted effects on soil organic matter and N transformation. Forest soils had higher organic carbon (5.5 g kg^{-1}), microbial biomass C and N (116.14 and 26.56 mg kg^{-1}, respectively) than cultivated soils, such as cassava upper plot (1.2 g kg^{-1} for organic C; 37.24 and 7.11 mg kg^{-1} for microbial biomass C and N, respectively). Paddy exhibited the second highest SOM (i.e. 4.2 g kg^{-1} for organic C; and 78.33 mg kg^{-1} for microbial biomass C). On comparing the upland field crop land-use systems, cassava exhibited lower SOM pools than sugarcane, (i.e. 4.0 g C kg^{-1} and 75.48 and 16.48 mg $kg^{-1}$of microbial biomass C and N, respectively for planted sugarcane).

Litter (size > 2 and 1-2 mm.) and macroorganic matter were affected by land use and management. Soils under land use with high return of organic residues had high quantities of litter and macroorganic matter. Forest had higher organic return (6.64 t ha^{-1} y^{-1}) than cultivated systems, such as paddy 3-5 t ha^{-1} $crop^{-1}$, ratoon sugarcane 4.04 t ha^{-1} $crop^{-1}$ and cassava upper plot 2.86 t ha^{-1} $crop^{-1}$. This resulted in higher quantities of litter size > 2 mm. in the following land-use systems, i.e. 12.10 g kg^{-1} for forest, 8.28 g kg^{-1} for paddy, and 2.66 g kg^{-1} for ratoon sugarcane, than the cassava upper plot (0.72 g kg^{-1}). Sugarcane and paddy had higher LF than forest (i.e. 1.893 g kg^{-1} for ratoon sugarcane, 1.754 g kg^{-1} for paddy and 1.295 g kg^{-1} for forest). This reflects quality of organic input from sugarcane which had high leaf litter C : N ratio resulting in slow decomposition. The quantities of LF were the lowest in the cassava plots. In addition, C : N ratios of LF decreased with their decreasing sizes. The results showed that smaller-sized LF had higher degree of decomposition than larger-sized LF. As for the quantities of HF, which made use of their carbon content as the indicator, the forest exhibited higher $HF_{0.25-0.5\ mm.}$ and $HF_{0.053-0.106\ mm.}$ than the sugarcane and the paddy, while the cassava lower plot had the lowest HF of all sizes.

Forest soil also had higher humic acid (11.98 g kg^{-1}) than the agricultural land-use systems with an exception of the paddy fields (10.86 g kg^{-1} considered comparable to the forest). The sugarcane plots were second from the forest and the paddy (7.71-9.67 g kg^{-1}) conducive to deposition of organic materials from higher positions. To counter land degradation in agricultural fields, land-use systems that mimic natural system through high organic return and low organic output, minimum soil disturbance and high biodiversity are recommended. Agroforestry is one promising avenue to achieve the goal. It has been shown to have potential to be developed in Northeast Thailand.