

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		40年間窒素無施用圃場におけるリンゴ樹の土壤窒素獲得様式の解明			
研究テーマ (欧文) AZ		Processes of nitrogen acquisition by apple trees grown in soil without application of nitrogen fertilizer for 40 years			
研究氏 代表 者	カナ CC	姓)マツオカ	名)カオリ	研究期間 B	2014年～2017年
	漢字 CB	松岡	かおり	報告年度 YR	2016年度
	ローマ字 CZ	Matsuoka	Kaori	研究機関名	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
研究代表者 CD 所属機関・職名	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門 生産・流通研究領域・契約研究員				
概要 EA (600字～800字程度にまとめてください。)					
<p>福島県農業総合センター果樹研究所では、1973年から現在まで43年間という長期に亘って、リンゴ‘紅玉’の窒素連用試験が実施されてきた。連用試験圃場(褐色森林土)の試験区は、窒素無施用区(0N区)と窒素連用区(4N区:20kgN(硝酸アンモニウム)/10a)であり、苦土重焼リンと硫酸カリは、両処理区で等しく施用されてきた。</p> <p>1)長期推移:既存のデータを参照しながら、1974年から2015年のリンゴ樹の収量、果実品質、窒素含量、根域土壌のpH、全窒素含量、炭素/窒素比の推移を解析した。その結果、果実の収量(果数、一果重)や品質(糖度、酸度、硬度)は、全期間を通じて一定の傾向を示さず、両処理区で違いは認められなかったが、果実と葉の窒素含量は、全期間を通して0N区で低く推移し、着色良果率は0N区で高く推移した。土壌のpHは、試験開始14年後から4N区の表層土壌(0-20cm)で低い値で推移し、硝安の連用による表層土壌の酸性化が示された。土壌の酸性化は、4N区の土壌(0-20cm)の交換性Alを有意に増加させ、交換性Mg、K、Caの含量を有意に減少させた。</p> <p>2)土壌窒素形態:2014年に採取した根域土壌の窒素含量を形態別に評価した。その結果、0N区の土壌(0-5cm、70-90cm)は4N区よりも有機態窒素含量が有意に低かった。一方、硝酸態窒素と固定態NH₄⁺では有意な違いは見られず、交換態NH₄⁺も70-90cm深の土壌を除いて有意な違いは見られなかった。両処理区ともに土壌の深さに関わらず80%以上の窒素が有機態として存在していた。さらに土壌窒素の代謝程度を推定するために表層土壌(0-5cm)の窒素自然存在比(δ¹⁵N)の長期推移(1975年から2014年)を評価した。その結果、両処理区の窒素自然存在比(δ¹⁵N)はほぼ等しい値を示し、年次変動も見られなかった。一方で、4N区の30cm以深の土壌のδ¹⁵N値は、0N区と比べて有意に高いことが示された。4N区の下層土では、0N区と比べて土壌窒素がリンゴ樹に利用された可能性に加えて、表層土壌で利用されなかった有機態窒素が下層へ移動していることが示唆された。</p> <p>3)植物体元素含量:2016年に採取した植物体試料の多元素一斉分析を行った。その結果、窒素連用区では窒素無施用区と比べて、リンゴ果実のB、P、K、Mo濃度が有意に低く、N、Mn、Zn濃度は有意に高かった。また果実と同様に葉のP、K、Se、Mo濃度も有意に低く、N、Mn、Co濃度は高かった。窒素肥料の連用によって、植物体の窒素含量は増加するが、リンやカリウム含量は逆に低下することが示された。</p> <p>以上より、窒素肥料の連用は、長期的には表層土壌の酸性化を招き、リンゴ樹の元素含量に影響を及ぼすこと、一方で長期の無窒素栽培は、果実と葉の窒素含量を低下させるが、リンゴ樹の収量、品質および土壌窒素含量は窒素連用区と変わらないことが明らかとなった。果実やせん定枝として窒素が毎年園外に持出されているにも関わらず、窒素無施用区において窒素連用区と遜色ないほどに収量と土壌窒素含量を維持することができた要因をさらに検討する必要がある。</p>					
キーワード FA	長期窒素無施用圃場	リンゴ‘紅玉’	窒素動態	土壌酸性化	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA							
研究機関番号 AC					シート番号							

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

Long-term fertilizer experiment in an apple orchard has been carried out since 1973 at Fruit Tree Research Center, Fukushima Prefecture, Japan. Apple trees ‘Jonathan’ have been grown over 40 years with or without annual application of nitrogen fertilizer; 0N without application and 4N with application at 20 kgN (ammonium nitrate) 10a⁻¹. In this study, we evaluated the long-term changes in the yield and the fruit quality of apple trees, and the soil chemical properties in the root-zone.

The yield and the fruit quality (brix sugar, acidity, and firmness) were not significantly different between 0N and 4N plots from 1974 to 2015. The nitrogen content in fruits and leaves in 0N was lower, but the percentage of well-colored fruit was higher than 4N. The pH in the surface soil (0-20cm) in 4N became lower than 0N in 1987, indicating soil acidification occurred by the application of nitrogen fertilizer over a decade. This soil acidification was accompanied with a significant increase of soil exchangeable Al (0-20cm) and a significant decrease of soil exchangeable Mg, K, and Ca.

Comparing the forms of soil nitrogen between 0N and 4N in 2014, the organic N (0-5cm, 70-90cm) and the exchangeable NH₄⁺ (70-90cm) was significantly lower in 0N, but those of NO₃⁻ and total fixed NH₄⁺ were not significantly different at all soil depths. More than 80% of the soil N existed in organic form, regardless of the nitrogen application and the soil depth. Furthermore, the δ¹⁵N in the surface soils (0-5cm) was constant from 1975 to 2014, and was not different between 0N and 4N.

In 2016, the concentrations of B, P, K, and Mo in the fruits in 4N became significantly lower and those of N, Mn, and Zn became higher than the fruits in 0N. The same trend was observed in the concentration of elements in the leaves; the concentrations of P, K, Se, and Mo in 4N became significantly lower and those of N, Mn, and Co became higher than the leaves in 0N.

In conclusion, the long-term application of nitrogen fertilizer brought soil acidification, which in turn influenced the content of elements in the apple fruit and leaves. How the yield and quality of fruits as well as soil nitrogen content have been maintained for a long time without nitrogen application requires further investigation.