

微量元素施肥とサゴヤシの葉内微量元素含有率に与える影響評価

安藤 豊¹・平林太輔¹・渡辺 彰²・Foh Shoon Jong³・角田憲一¹

山形大学大学院農学研究科¹・名古屋大学大学院生命農学研究科²・PT.National Timber and Forest Production³

Effect of Microelements Application on Growth of Sago Palm Grown Under Tropical Peat Soil

Ho Ando¹, Daisuke Hirabayashi¹, Akira Watanabe², Foh Shoon Jong³, Ken-ichi Kakuda¹
Faculty of Agriculture, Yamagata University¹

Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University²
PT.National Timber and Forest Production³

サゴヤシは熱帯地方の泥炭土壌で栽培できる作物の一つである。しかしながら、泥炭土壌と鉍質土壌でサゴヤシの生育・収量を比較すると、いずれも泥炭土壌の方が劣っていることが報告されている。また、泥炭土壌ではサゴヤシの幹立ちまでの期間が鉍質土壌よりも長くなることも報告されている。これらの原因として、泥炭土壌が鉍質土壌と比較して養分供給能、pH が低く、水分量が多いことが挙げられている。本研究では、これらのうち、貧栄養、特に微量元素の欠乏を改善することを目的として行われてきた施肥試験において、微量元素の施肥がサゴヤシの生育および葉内微量元素含有率に与えた影響を明らかにすることを目的とした。

実験方法

実験場所：インドネシア国リアウ州テピンティンギ

試験区：1997/98年に、移植直後のサゴヤシに対し、以下の6処理区をランダム配置で3反復設置した。各区の面積は3200 m²であり、排水路を設けて区間を隔てるとともに年間を通して地下水位を一定に保った。栽培密度は156本/haとし、微量元素無施肥区を含む全ての区にN,P,K,Dolomiteを施肥した。

微量元素施肥区(Cu, Fe, Mn, Znを全て施肥)

-Zn区

-Mn区

-Fe区

-Cu 区

微量元素無施肥区

施肥量 : Table1 参照(年 3 回に分けて、それぞれ、植物中央から 1m の位置、深さ 15cm に埋設した)

施肥量は今回実験を行ったプランテーションの慣行法に従った。

試料採取方法 : 2002 年 11 月にサゴヤシの樹高および葉数(Frond 数)を測定した。各処理区内中央に位置する 6 本の平均値を処理区の樹高または葉数とした。サゴヤシの葉の採取は 2002 年 3 月と 9 月に行った。中央 6 本のうち 1 本の第 3 葉と第 9 葉の中央の小葉 3 対を養分濃度の測定に供試した。土壌は 2002 年 12 月に試験区近隣の無施肥区の圃場から採取した。

分析方法 : 葉内養分濃度...採取した葉を 80 で乾燥・粉碎後マイクロウェーブサンプルプロセッサを用いて硝酸分解した。分解液を 0.45 μm のフィルターでろ過し、ICP 発光分析(varian Liberty220)により P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn 濃度を測定した。N 含量は乾燥・粉碎した試料を用いて、別途 NC アナライザーにより定量した。

土壌中養分濃度...採取した土壌を 105 で乾燥・粉碎後、マイクロウェーブサンプルプロセッサで硝酸・過酸化水素分解した。分解液を 0.45 μm のフィルターでろ過し、ICP 発光分析により P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn 濃度を測定した。

結果と考察

栽培地土壌の養分含量

供試土壌の養分含量を Table2 に示した。供試土壌の養分含量は鉍質土壌の養分含量(Tie et al. 1991)と比べ Ca,Fe で多くなり、その他の要素では低くなった。しかしながら、泥炭土壌は鉍質土壌と比較し固相率が低いため、同一体積あたりでは全ての元素の量が低くなった。

樹高および葉数

Table3 に各区の樹高および葉数を示した。樹高は処理区間に有意差は見られなかった。葉数は -Fe 区と -Mn 区の間でのみ有意差が認められた(-Fe < -Mn)。

葉内養分含有率と生育

Table4 に 9 月に採取した葉の養分含有率を葉位ごとに示した。Zn および Mn 含有率は 3・9 葉目とも全微量元素施肥区で最も高く、Fe 含有率は 3・9 葉目とも全微量元素施肥区で最も低い傾向を示した。Zn および Mn 含有率の平均値はそれぞれ -Zn 区、-Mn 区で最も低くなった。しかしながら、いずれの要素についても処理区間の差は有意ではなく、微量元素施肥が葉内養分含有率に影響していなかった。3 月に採取した葉の分析結果でも同様に処理区間に有意差は見られなかった。

9 月に採取した第 3 葉の微量元素含有率と樹高との関係を Fig.1 に、微量元素含有率と葉数との関係を Fig.2 にそれぞれ示した。樹高あるいは葉数と葉内微量元素含有率の間には一定の関係は見られなかった。このことは、第 9 葉目の養分含有率、3 月に採取した第 3 葉と第 9 葉の養分含有率についても同様であった。

サゴヤシの養分吸収量は、養分濃度と乾物重の積により計算される。本試験ではサゴヤシの乾物重の測定を行っていなかったため、直接微量元素吸収量を計算することはできなかった。しかし、養分濃度、樹高、葉数に処理区間で差が見られなかったことから、サゴヤシの微量元素吸収量にも処理区間で差が見られなかったと推察される。

Nitta ら(2002)の報告によるとサゴヤシでは養分吸収を行う太い根が地表から 30cm~1m の層に多く分布している。サゴヤシによる微量元素の吸収が主に表層 1m で行われていると仮定すると微量元素は一樹当たり Zn19.2 g、Cu19.2 g、Fe3900 g、Mn90 g となる。一方、本試験で行った微量元素施肥量は一樹当たり Zn40 g、Cu40 g、Fe18 g、Mn7g である。従って Zn、Cu、Fe および Mn の施肥量は土壤中各養分量の 2、2、1/200、1/12 倍となる。Fe および Mn は施肥した量と比較し土壤中での含有量が多く、また低 pH と還元状態の下で Fe と Mn のほとんどが可給態となる事から、微量元素施肥の有無で吸収量に差が生じなかった可能性がある。一方、Cu および Zn の施肥量は土壤中に含まれる量の 2 倍であったにもかかわらず、葉内の Cu 及び Zn 含有率は -Cu 区、-Zn 区と同じであった。Cu および Zn は泥炭土壤中腐植酸・フルボ酸により安定的なキレートに変化する。また、Zn は硫酸酸性土壌において SO_4^{2-} イオンと反応し硫化亜鉛として沈殿する。これらのことから、施肥した Cu および Zn は土壤中で不可給態であったため、微量元素の施肥区と無施肥区の間には差が生じなかった可能性がある。

Table1 施肥量

| Type of Fertilizer | g/plant/yr | | 施肥量(g/plant/yr) |
|--------------------|------------|----|-----------------|
| 尿素 | 1000 | N | 467 |
| Rock Phosphate | 400 | P | |
| 塩化カリウム | 2000 | K | 1200 |
| Dolomite | 2000 | Ca | 171-214 |
| | | Mg | 360-420 |
| 硫酸銅 | 100 | Cu | 40 |
| 硫酸鉄 | 50 | Fe | 18 |
| 硫酸マンガン | 20 | Mn | 7.3 |
| 硫酸亜鉛 | 100 | Zn | 40 |

Table2 土壤中養分含有量

| | Ca | K | Mg | P | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|
| 泥炭土壤中 含有量 | mg/kg | | | | | | | |
| | 730 | 403 | 1008 | 340 | 1.67 | 389 | 8.99 | 2.13 |
| | mg/L | | | | | | | |
| | 114.4 | 63.2 | 157.8 | 53.3 | 0.3 | 60.9 | 1.4 | 0.3 |

上段の値は一定重量あたりの量で示し、下段の値は一定体積あたりの量で示した

Table3 生育調査の結果

| 処理区 | 高さ(m) | 葉数(枚/本) |
|------|------------|---------------|
| 完全区 | 6.3 ± 0.3a | 11.7 ± 0.3bc |
| -Zn | 6.8 ± 0.3a | 12.4 ± 0.4abc |
| -Mn | 6.2 ± 0.5a | 13.5 ± 8a |
| -Fe | 5.8 ± 0.1a | 11.2 ± 0.2c |
| -Cu | 6.8 ± 0.4a | 12.7 ± 0.5ab |
| 無施肥区 | 5.8 ± 0.4a | 11.9 ± 0.2abc |

Table2 葉内養分含有率

| 3葉目 | Ca | K | Mg | P | Cu | Fe | Mn | Zn |
|----------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------------|----------------|----------------|--------------|
| 微量要素施肥区 | 2244.9 ± 171.4 | 7298.1 ± 600.9 | 902.7 ± 31.1 | 1032.8 ± 32.5 | 2.95 ± 0.44 | 89.62 ± 13.15 | 103.69 ± 21.57 | 16.86 ± 1.63 |
| -Zn区 | 2268.2 ± 137.3 | 6134.0 ± 464.8 | 971.1 ± 25.8 | 972.3 ± 41.5 | 3.56 ± 0.51 | 97.10 ± 11.13 | 85.18 ± 12.46 | 11.71 ± 0.89 |
| -Mn区 | 2375.2 ± 98.4 | 7698.1 ± 245.2 | 1046.4 ± 75.6 | 1086.2 ± 15.5 | 3.20 ± 0.25 | 95.49 ± 17.27 | 49.61 ± 6.34 | 16.04 ± 1.29 |
| -Fe区 | 2134.5 ± 185.4 | 7124.5 ± 450.0 | 887.4 ± 25.9 | 1033.7 ± 20.2 | 4.00 ± 0.66 | 115.61 ± 13.28 | 58.08 ± 4.61 | 13.97 ± 1.51 |
| -Cu区 | 1993.9 ± 242.4 | 6838.4 ± 442.9 | 823.5 ± 18.1 | 995.9 ± 24.6 | 2.81 ± 0.15 | 125.66 ± 11.49 | 54.19 ± 6.42 | 11.83 ± 0.96 |
| 微量要素無施肥区 | 2191.9 ± 70.7 | 6923.1 ± 88.8 | 1008.0 ± 48.4 | 1080.0 ± 38.3 | 2.26 ± 0.54 | 127.62 ± 25.03 | 57.28 ± 6.34 | 12.83 ± 0.99 |
| | (mg/kg) | | | | | | | |
| 9葉目 | Ca | K | Mg | P | Cu | Fe | Mn | Zn |
| 微量要素施肥区 | 3063.6 ± 321.3 | 5198.5 ± 229.5 | 1022.6 ± 105.5 | 959.3 ± 20.9 | 1.67 ± 0.20 | 96.07 ± 6.86 | 103.69 ± 21.57 | 18.97 ± 4.61 |
| -Zn区 | 2530.9 ± 252.4 | 4413.3 ± 526.3 | 976.9 ± 97.1 | 863.5 ± 45.7 | 2.75 ± 0.42 | 104.17 ± 29.07 | 95.92 ± 21.15 | 9.06 ± 0.98 |
| -Mn区 | 3231.3 ± 312.6 | 5467.4 ± 463.9 | 1118.6 ± 47.4 | 992.4 ± 34.74 | 1.80 ± 0.08 | 103.08 ± 19.67 | 57.23 ± 5.41 | 14.01 ± 2.12 |
| -Fe区 | 2731.8 ± 115.2 | 5152.0 ± 227.7 | 919.1 ± 79.7 | 941.0 ± 20.0 | 2.57 ± 0.45 | 148.58 ± 27.18 | 77.57 ± 9.98 | 11.88 ± 1.76 |
| -Cu区 | 2540.9 ± 299.6 | 4862.1 ± 166.9 | 864.0 ± 19.0 | 880.7 ± 16.6 | 1.96 ± 0.08 | 108.84 ± 14.24 | 51.77 ± 10.48 | 9.59 ± 1.55 |
| 微量要素無施肥区 | 3005.1 ± 77.7 | 5158.2 ± 368.0 | 1054.4 ± 108.4 | 998.5 ± 54.1 | 1.35 ± 0.15 | 135.53 ± 31.99 | 71.56 ± 15.19 | 10.80 ± 2.50 |
| | (mg/kg) | | | | | | | |

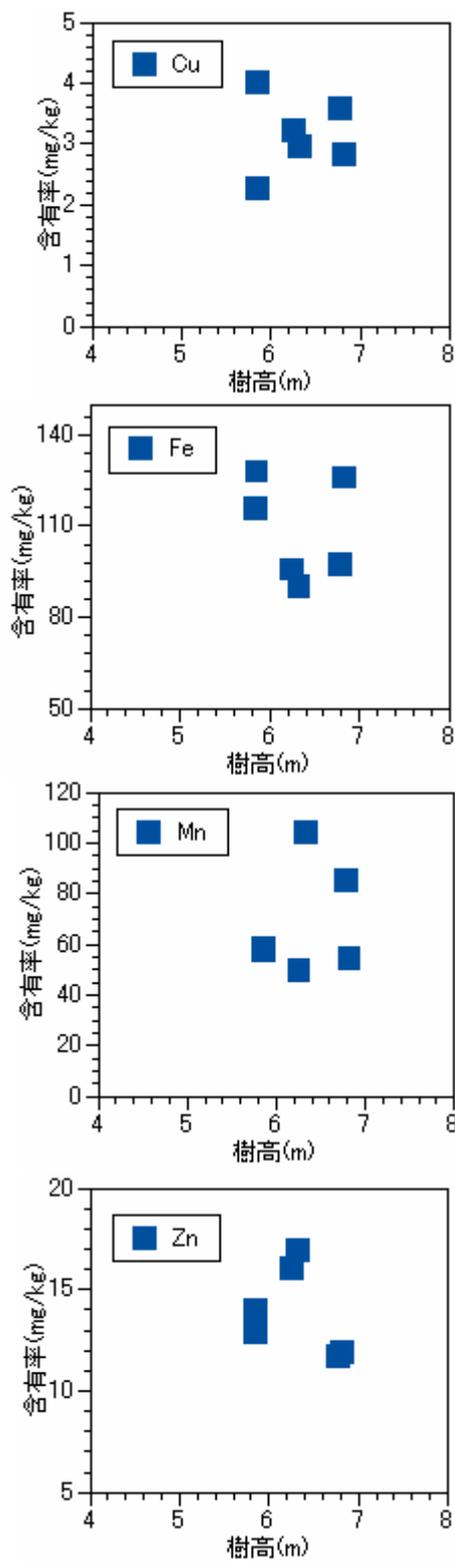


Fig.1 樹高と葉内微量元素含有率

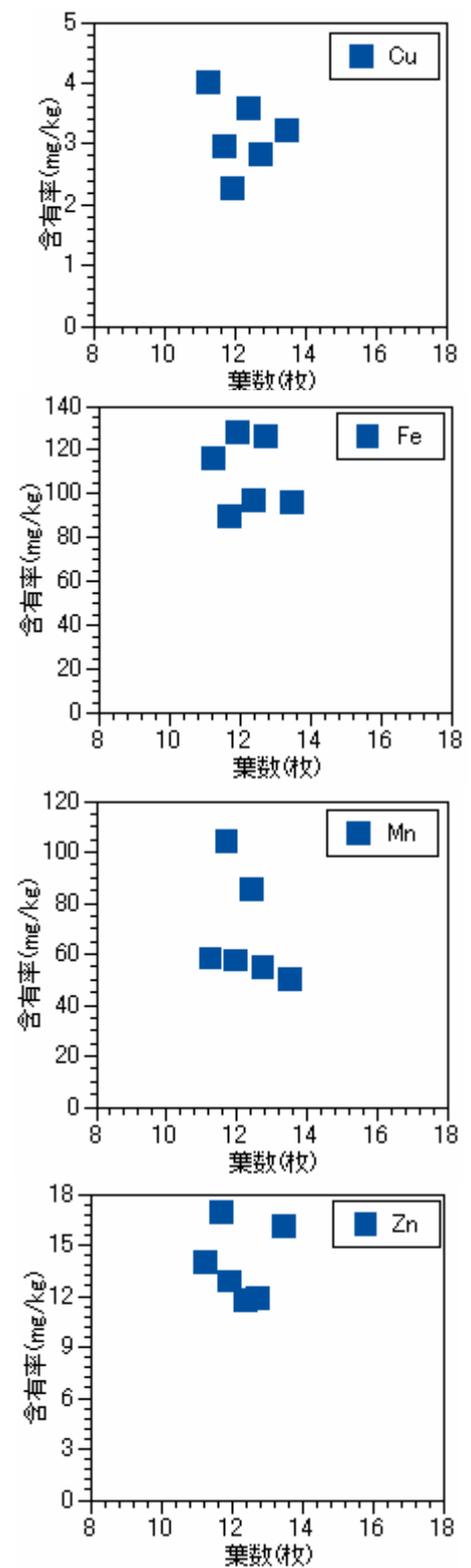


Fig.2 葉数と葉内微量元素含有率