



Title	Effects of yacon (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) tuber on physiology, fermentation products, and intestinal microbial communities in rats [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Utami Ni Wayan Arya
Citation	北海道大学. 博士(農学) 甲第11103号
Issue Date	2013-09-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/53961
Rights(URL)	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Utami_Ni_Wayan_Arya_review.pdf (「審査の要旨」)



[Instructions for use](#)

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博 士 (農学)

氏名 Utami Ni Wayan Arya

審査担当者	主 査	教 授	浅野 行蔵
	副 査	客員教授	鎌形 洋一
	副 査	准教授	曾根 輝雄
	副 査	特任准教授	田中みち子
	副 査	教 授	ナカツ シンティイ (パデュー大学)

学 位 論 文 題 名

Effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber on physiology, fermentation products, and intestinal microbial communities in rats
(ヤーコン(*Smallanthus sonchifolius*)の根がもたらす効果
—生理機能、発酵生産物、ラットの腸内微生物叢の変化—)

本論文は、英文149頁、図28、表11、7章からなり、参考文献1編が付されている。健康によいとされる天然素材は多数知られている。菊科の植物ヤーコン(*Smallanthus sonchifolius*)は、発祥は南アメリカ、アンデスで現在は日本でも多数栽培されている。ヤーコンを食すると顕著な便通効果があり腸内環境を改善することが経験的に知られている。ヤーコンは、短鎖フラクトオリゴ糖を含んでおり、これらが腸内環境改善効果の主な成分と予想されている。

本研究においては、ヤーコンの腸内環境改善効果を解明することを目標にして、主な効果成分と言われているフラクトオリゴ糖を試薬レベルの純粋品を対象区として用い、ラットに1ヶ月間投与する実験を行いヤーコンの効果を解析することを目指した。特に腸内細菌叢の変化に重点を置いた解析を行った。ヤーコンの効果についての報告での腸内細菌叢の解析では遺伝子情報を用いた方法を使用した例が無く、本報での解析が初めての例となった。腸内細菌の増殖によって作られる短鎖脂肪酸組成、血中脂質組成についても比較を行った。

ヤーコンを乾燥パウダーとして調製し実験材料とした。分析の結果フラクトオリゴ糖の成分(GF2、GF3 および GF4)の分量は、純品フラクトオリゴ糖の約半分であることがわかったので、試験食の設定を試薬フラクトオリゴ糖(以降FOS)の2倍量を用いることでフラクトオリゴ糖の影響を同等にする設定とした。ヤーコンパウダーの残りの部分はレジスタント蛋白質やポリフェノールなどヤーコンに特異的な成分となっている。ラットは、順化期間の後、4週間の試験飼育を行い、0、1、3、4週での糞便採取、採血、と殺後の盲腸および大腸のサンプリングを行った。

1) ヤーコン食は、腸内発酵を活発にして短鎖脂肪酸の生成を増加しラットの生理状況に好影響を及ぼした。

腸内では嫌氣的発酵によって有機酸が生成される。中でも重要なのが短鎖脂肪酸(酢酸、プロピオン酸、酪酸)で、腸管の健康状態と関わりが深い。短鎖脂肪酸は、ヤーコン食でも濃度が高くなり、FOS食よりも70%高く、対照区より約2倍となった。酸生成に伴って盲腸内容物のpHは、対照区に比べ有意に低くpH6へと下がった。FOS食も同様のpHを示したが、盲腸内容物の重量は2倍近くになり合わせて盲腸壁の重量も2倍となった。これらの事象を

合わせて比較すると、ヤーコン食、FOS 食ともに活発に発酵して種々の酸を産生して pH を下げた。両者の違いは、盲腸サイズで顕著であり FOS 食では、ボリュームを増やして発酵した。一方、ヤーコン食では盲腸サイズは大きくなり、高濃度で短鎖脂肪酸を蓄積した。糞便は、ヤーコン食で水分が多く柔らかい糞便であった。この現象は、人での喫食経験からヤーコンの喫食が、便秘を持つ人がヤーコンの喫食がより効果的であるとの経験を理由づける現象と考えられる。

血中脂質成分は、FOS 食で HDL コレステロールが優位に高かったのを除けば、LDL, VLDL, TG および総コレステロール、いずれも有意な差はなかった。

2) 食事の違いによるラット腸内細菌叢への影響

ヤーコンの喫食に精密に解析した例はなかった。発表者は、ラットの糞便および盲腸、大腸サンプルから DNA を抽出し、16SrRNA の V3 領域を増幅して、DGGE 法を用いて解析を行った。

DGGE ゲル上には、それぞれのサンプルにおいて、多数の増幅断片を観察でき、それらの泳動距離からデンドログラムを描いて統計的な比較を行った。特徴的なバンドは、切り出して DNA 配列を調べて微生物の同定を行い、一方サンプルの全 DNA 抽出物から 16SrRNA のクローニングによる同定も行いデータをすりあわせた。

対照区に比べて、ヤーコン食でも FOS 食でも DGGE ゲル上に現れてくるバンドの数は減少して、特定の微生物が活発に増殖して、そのほかの微生物は減少して、微生物叢がより単純な方向へと変化しているのが見て取れた。さらに、DGGE ゲルの下方に当たるバンドが現れてきており、GC 含量の高い種類の微生物の増殖が促されていたことが分かる。これらの解析のために UPGMA デンドログラムによるクラスタリングそして MDS による 3 次元プロットによって微生物叢の変化を可視化した。ヤーコン食、FOS 食、および対照区のグループ間に明瞭な差があることが可視化された。対照区の腸内細菌叢は、4 週間の試験期間の間、変化することなく一定のゾーンにプロットされた。しかし、ヤーコン食、FOS 食ともに対照区のプロットゾーンを離れて、しかも週ごとに明瞭な変化を示した。FOS 食の変化はより早く対照区から離れ大きく動いた。ヤーコン食も対照区から離れたクラスターを作り週ごとに変化を進め、4 週目には FOS 食と類似した位置へと動いたが、ゾーンサイズは小さく、すなわち 6 匹のラット間での相違が少なくより密な集合を形成し、ヤーコン食の微生物選択圧が強いことを示した。4 週目におけるヤーコン食と FOS 食における相違を作っている微生物の同定を行った。DGGE ゲル上で特徴あるバンドの同定の結果、ヤーコン食でのみ検出されたのは、

Bifidobacterium pseudolongum および *Barnesiella* sp. であり、反対に FOS 食にのみ活発な増殖が認められたのは *Lactobacillus acidophilus* であった。ヤーコン食では、フラクトオリゴ糖の他にポリフェノールなど微生物の成育に影響を与える成分が存在しており、これらの成分が選択的環境を作ったと考えられる。

これらの結果から、ヤーコンの喫食は、フラクトオリゴ糖による特定の腸内細菌の増殖効果に加えてポリフェノールなどヤーコンに特徴的な植物成分によって、ヤーコン独特の選択的な腸内細菌叢を形成することが明らかになった。この特徴的な腸内細菌叢とヤーコン成分の直接的な作用も加えて盲腸の拡大なしに活発な発酵を実現して、より高濃度の短鎖脂肪酸の生成とより水分含量の多い糞便を作り便秘解消効果が FOS よりも高いことを傍証している。以上の結果は、ヤーコンの健康効果の実証をより進めたものであり、食素材の腸内細菌叢への影響の理解に大きく寄与するものである。

よって、審査員一同は、Utami Ni Wayan Arya が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。