HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	The potential of witloof chicory (Cicnorium intybus L.) for stimulating the utilization of biomass resources derived from livestock wastes [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	熊野, 貴宏
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第12680号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65314
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Takahiro_Kumano_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏 名 熊野 貴宏

学 位 論 文 題 名

The potential of witloof chicory (*Cichorium intybus* L.) for stimulating the utilization of biomass resources derived from livestock wastes
（畜産廃棄物系バイオマス資源活用に適したチコリの特性）

チコリ(*Cichorium Intybus* L.)は一般的なキク科作物で、原産地は地中海沿岸とされている。伏せ込み用(witloof type)チコリの栽培体系は、根株栽培と伏せ込み栽培という2つのステージからなる。根株栽培では、同化産物を充分に根部へ転流させるために、生育期後半に低温に遭遇させる必要があることから、この作物の栽培適地は冷涼地もしくは高緯度地域になり、日本の主産地は本州北部と北海道である。伏せ込み栽培により軟白した可食部(チコン:Chicon)が得られる。高品質のチコンを得るための伏せ込み栽培は、断熱材、遮光素材等で覆われた局所的なスペースで、気温15℃から18℃程度、相対湿度100%、暗黒の環境下で行われ、省エネルギー的な作物である。植物成分の特性として、可食部を含む植物体全体にカリウム（K）を比較的多く含むことが知られている。

サスティナブルな作物生産技術にはバイオマス資源の活用が不可欠で、家畜糞尿由来の有機質肥料や資源が活用されている。家畜糞尿は堆肥化されて（腐熟化：有機物が微生物により分解され、圃場に還元されても有害性を示さず、土壌の化学・物理・生物性改善に寄与できる状態になること）圃場等に施用されるが、この腐熟化おいて堆肥内温度は60℃以上にもなるが、この発生熱は利用されていない。また、家畜糞尿由来の有機質肥料にはカリウムが多く含有されており、これの連続および多量施用では土壌への塩類集積、特にカリウム蓄積とそれに伴う養分吸収のアンバランスが問題となる。カリウム集積を抑制する方法としてクリーニング・クロップと呼ばれる塩類収奪性の大きい緑肥の活用が有効であるが、北方寒冷地向けの植物種や品種が乏しく、かつ緑肥生産そのものは農業収入にならないことから、クリーニング・クロップを活用は必ずしも積極的ではない。

家畜糞尿由来の有機質肥料や資源の効率的活用を拡大するために、チコリの有する植物特性の活用について研究を展開し、以下を調査した。なお、第1章では、上記の研究の背景と目標について記述した。

1) 乳牛糞尿由来堆肥の発酵熱を熱源としたチコリの伏せ込み栽培の実現可能性
2) 家畜廃棄物由来の有機質肥料を施用する場合に問題となる土壌中へのK集積を解決する手段としての、伏せ込み用チコリの塩類収奪能力の検証

第2章では、乳牛糞尿由来堆肥の発酵熱を用いたチコリの伏せ込み栽培の実現性を検証した。実験は寒期（春季）に1回(2013年4月から5月にかけて)、厳寒期に2回(2014年3月、2015年3月)行った。それぞれの実験において固液分離機処理によって得られた乳牛糞尿由来堆肥(含水率: 72.6%)を熱源として用い、外気温、室内気温、堆肥槽、伏せ込み栽培床（地温と気温）、熱交換器の温度をデータ・ロガーにて記録した。この実験

では、実験期間中堆肥の温度を30℃以上に維持することができ、チコリ伏せ込み栽培における熱源としての実用性の高さが確認できた。寒期の実験期間中、伏せ込み床の温度は安定しており、加温区の伏せ込み床の温度は平均17.2℃という萌芽・結球に適した温度帯を維持でき、栽培開始から22日目に良好な品質の可食部を得ることができた。厳寒期の実験においても堆肥内部は30℃以上に発熱した。2014年試験では伏せ込み床の温度は11℃にしか上昇できなかったが、2015年には堆肥発酵熱の回収方法や伏せ込み床の周囲環境の改善により、伏せ込み床の温度は14.4℃まで上昇して、伏せ込み15～19日で良好な品質の可食部を得ることができた。これら結果から、北海道の寒期もしくは厳寒期において、乳牛糞尿由来堆肥の発酵熱を熱源としたチコリ伏せ込み栽培が可能であることとの結論に至った。

第3章では、ハウス内においてカリ肥料（K_2O）を多量施用したポットに伏せ込み用チコリを栽培し、カリ収奪能力を既存のクリーニング・クロップであるギニアグラス(*Punicum maximum* Jacq.)と比較した。カリ施肥用量が増加すると、伏せ込み用チコリの地上部、根部のバイオマス生産量は低下したが、ギニアグラスの植物体全体のバイオマス生産量は大きく増加した。しかし、伏せ込み用チコリ根部のバイオマス生産量はいずれのカリ施肥量でもギニアグラスより大きく、伏せ込み用チコリが一定のカリ集積土壌への耐性を持っていることが示唆された。カリ多施用条件で栽培・育成した根株を伏せ込んだところ、根株栽培時のカリ施費量が2,000kg・ha^{-1}以下の処理区において良好な品質の可食部を得ることができた。伏せ込み用チコリの植物体あたりK吸収量は、カリ施用量が200kg・ha^{-1}以上の処理区において既存クリーニング・クロップであるギニアグラスの45.8%から73.9%であった。各作物の一般的な栽植密度に基づきカリ収奪量を試算すると、伏せ込み用チコリの面積あたりK吸収量はギニアグラスの3倍以上であった。これらの結果から、伏せ込み用チコリがカリ収奪に一定の能力があるとの結論に至った。

第4章では、実際栽培に近い圃場環境において伏せ込み用チコリのK収奪能力を検証した。すなわち、乳牛糞尿由来のメタン発酵消化液を多量に（2年間合計施用量: 733t ha^{-1}）施用することで塩類集積モデル土壌を作成し、伏せ込み用チコリのカリ吸収能力を飼料用チコリや既存のクリーニング・クロップであるギニアグラスと比較した。肥料成分、ミネラル成分等が集積した栽培2年目において、栽培1年目と比較して伏せ込み用チコリの根部バイオマス生産量は大きく増加し、地上部のバイオマス量も1年目の水準を維持していたが、飼料用チコリの植物体全体のバイオマス生産量に変化は確認できなかった。2年目の栽培収量時の伏せ込み用チコリの植物体あたりカリ吸収量はギニアグラスより37.6%大きく、飼料用チコリと比較すると73.8%も大きかった。2年目の栽培終了時に得られた高塩類ストレス環境下で生育させた根株を伏せ込み栽培したところ、一定品質の可食部を得られることが明らかとなり、根株栽培におけるメタン発酵消化液の過剰施用による塩類ストレスが可食部生産に与える影響は小さいことが明らかとなった。これら結果から、伏せ込み用チコリは実用的なK収奪能力を有し、さらに、塩類収奪を目的とした栽培から得られた根株を伏せ込むことで農業収入を得ることが可能であるとの結論に至った。

本研究で得られた上述の知見から、家畜廃棄物系バイオマスの園芸作物生産への効率的な活用を考える場合、伏せ込み用チコリのユニークな特性、つまり根株栽培におけるカリ収奪能力、高カリ環境下でも生育を維持できること（塩類ストレスへの耐性）、ならびに伏せ込み栽培に要する熱エネルギーが少なく、堆肥発酵熱の活用が可能であることは非常に有効であり、農業における環境保全型体系確立に資するものである。