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_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）　　熊 野 貴 宏

審査委員　主査　教 授　荒 木　肇
副査　教 授　山 田 敏 彦
副査　准教授　星 野 洋一郎
副査　准教授　三 輪 京 子
副査　助 教　平 田 聡 之
副査　准教授　鈴 木　卓　（大学院農学研究院）

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）

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。この腐熟化において堆肥内部の温度は60℃以上にもなるが，この発生熱は利用されていない。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って作物の養分吸収バランスが崩れることが問題となっている。

チコリ（*Cichorium Intybus* L.）はキク科作物で，サラダや飲料の原材料となっている野菜である。この野菜の生産はユニークな栽培体系を有し，可食部（チコン）の生産に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，生育期後半に低温遭遇による同化産物の根部へ転流促進の必要性から，栽培適地は冷涼地が適する。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%，暗黒の環境下に根株を定植して萌芽葉を収穫するので省エネルギー的な体系ある。また，植物成分の特性として，チコリの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。

本論文では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評価について研究を展開し，以下を調査した。

（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1章では，上記の研究の背景と目標について記述した。

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を春季（5月）と冬季（3月）に夕張市で検証した。北海道大学北方生物圏フィールド科学センター酪農生産研究施設（牛舎）から排出される乳牛糞尿を固液分離装置に投入して，含水率約72%の堆肥を製造した。春季には堆肥温度を30℃以上に維持でき，この熱を熱交換で保温した不凍液を伏せ込みベッドに送ることで，ベッド温度は平均17.2℃になり，栽培開始から22日目に良好な品質の可食部を収穫できた。冬季実験においても堆肥内部は30℃以上に発熱した。厳寒期であるため，堆肥全体からの熱回収と伏せ込みベッドを設置した室内温度を約5℃にしておくことで，伏せ込みベッドの温度は平均14.4℃まで上昇し，伏せ込み開始から15～19日で良好な品質の可食部を得ることができた。

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てチコリを栽培し，K収奪能力を既存のクリーニング・クロップ（塩類収奪能力の高い緑肥作物の総称）であるギニアグラス(*Punicum maximum* Jacq.)と比較した。カリ肥料の施用量が増加すると，ギニアグラスの植物体全体のバイオマス生産量が増加したのに対し，チコリの地上部，根部のバイオマス生産量は低下した。しかし，チコリ根部のバイオマス生産量はいずれの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カリ集積土壌への一定の耐性を持っていることが示唆された。カリ施肥量が2,000kg・ha^{-1}（作物栽培における通常施肥量の約10倍）以下で養成した根株を伏せ込み栽培すると，良好品質の可食部を得ることができた。植物体あたりカリ吸収量はギニアグラスの45.8%～73.9%であったが，単位面積当たりの栽植株数が多いことから，カリ収奪に高い能力があると推察された。

第4章では，圃場環境においてチコリのカリ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施用した圃場（2年間合計施用量：733t ha^{-1}）（カリ量はチコリ根株養成栽培時の約10倍に相当）を塩類集積モデルとした。チコリ（伏せ込み用）を2年にわたって栽培を行い，カリ吸収能力を慣行密度で栽培した飼料用チコリやギニアグラスと比較した。2年目の栽培終了時の伏せ込み用チコリにおける植物体あたりカリ吸収量はギニアグラスより37.6%，飼料用チコリより73.8%も多くなった。高カリ環境下で育成された根株から一定品質の可食部チコンが得られ，かつ可食部内のカリ含有率は増加しないことを認めた。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と判断された。

第5章では，本論文で得られた知見，すなわち①家畜廃棄物系バイオマスが多量に投入された農地のカリ過剰蓄積を解決する手段としてのチコリのカリ吸収特性と，②家畜糞尿由来堆肥の発酵熱活用で可食部萌芽が可能となる生産体系は，農地の環境浄化と農業生産の両立が可能であることを提示した。さらに，チコリが高価値の甘味資源作物として北海道農業に寄与できる展望を提示した。

以上より，審査委員一同は，本論文が環境面から農業生産場上の問題解決を志向し，環境保全型農業確立に資する成果を得た論文と評価した。社会人の長期履修制度を活用したものの，休日等での研究活動と論文作成等の努力もあわせ，申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに充分な資格を有するものと判定した。