

令和 4 年 5 月 14 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K05929

研究課題名（和文）機能性成分や生育阻害活性の網羅的分析によるアスパラガス未利用部位の利用価値の創出

研究課題名（英文）Creation of utility value of asparagus unused sites by comprehensive analysis of functional components and growth-inhibitory activity

研究代表者

元木 悟 (MOTOKI, SATORU)

明治大学・農学部・専任教授

研究者番号：80502781

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：アスパラガスの未利用部位における有用成分資源としての利用の可能性を探るため、アスパラガスの植物体各部位を網羅的に分析し、ルチンやプロトディオシンなどの有用成分資源の分布を明らかにした。

ルチンは擬葉を筆頭に貯蔵根の褐色根や表皮などに多く、改植時の生育阻害物質の一つである可能性が示唆された。プロトディオシンは鱗芽に最も多く、地下部に多かった。生育阻害活性にも部位間差が認められ、鱗芽や地下茎、吸収根、貯蔵根などで強く、擬葉や側枝などで弱いことが判明した。一方、若茎先端部や鱗芽などは生育阻害活性が強かったことから、萌芽に直接関わる組織には生育阻害物質が多く含まれる可能性があるかと推察される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アスパラガスの地上部の未利用部位、特に擬葉や主茎はルチンの供給源として、完熟果や種子はプロトディオシンの供給源として有効利用できる可能性がある。一方、アスパラガスの地下部において、ルチンは貯蔵根の褐色根や表皮などに、プロトディオシンは鱗芽、若茎の土寄せ部分と地下茎に多く含まれ、それぞれの機能性成分の供給源として有効利用できる可能性がある。

アスパラガスの未利用部位である擬葉や貯蔵根などが有用成分資源として利用可能になった場合、生産に伴う植物残渣の廃棄物量の削減だけでなく、国内外のアスパラガスの生産現場でも急務の課題である連作障害の解決に繋がるものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：To seek the possibility of unusable parts of asparagus as sources of useful plant components, we analyzed comprehensively of different part of asparagus and clarified the distribution of useful components such as rutin and protodioscin.

Rutin is contained most abundantly in the cladophylls and is abundant also in the storage root (brown root and epidermis), etc., suggesting that this may serve as one of the growth inhibitors at the time of replanting. Protodioscin is most abundantly contained in the buds and is abundant in underground parts. On the other hand, the spear tip, buds, etc. were high in terms of growth-inhibitory activity, suggesting that the tissues directly involved in sprouting of asparagus may be rich in growth inhibitors.

研究分野：野菜園芸学

キーワード：アスパラガス 未利用部位 機能性成分 生育阻害活性 ルチン プロトディオシン 無機成分 パイオマス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

アスパラガスの代表的な機能性成分であるルチンは強壯作用や抗腫瘍活性があり、擬葉に多く、若茎にはソバと同程度が含まれる。ルチンはアスパラガスの抗酸化活性の75%に寄与し、近年その活用法に関心が高まっている。また、プロトディオシンはガン細胞の増殖抑制や強心作用があり、ホワイトアスパラガスの可食部などのほか、貯蔵根にもその類縁体(サポニン類)が含まれる。しかし、産出量が多い擬葉や貯蔵根を有用成分資源の供給源として積極的に活用した事例はほとんどなく、アスパラガスの植物体各部位におけるルチンやプロトディオシンなど有用成分資源の分布、栽培条件および環境制御の影響は解明されていない。

アスパラガスの生産現場では未利用部位の産出量が多く、未利用部位の処理は日本国内だけでなく世界的にも急務の課題である。そのうちの擬葉は、栽培管理工程において、秋季に定期的に刈り取られ、その量は日本国内だけでも年間およそ130,000tに達するが、ごく一部が擬葉粉末として利用されるものの、その大半は農地に還元されるか廃棄される。また、改植時に貯蔵根が地中に残存すると、そこから生育抑制物質が滲出して連作障害が発生することが知られており、その対策を実施しなかった産地が壊滅した事例も過去にみられる。改植時に圃場から貯蔵根をすべて除去すれば連作障害を回避できるが、除去後の貯蔵根の無害化あるいは利用法は確立されていない。

研究代表者は、先行研究において、下記のことを明らかにした。

露地で栽培したグリーンアスパラガスと2つの軟白処理(遮光と土寄せ軟白)で生産したホワイトアスパラガスの若茎におけるルチンとプロトディオシンの含有量を分析し、ルチンはグリーンのみ、プロトディオシンはホワイトの土寄せ軟白のみに含まれる。

擬葉に含まれるルチンとプロトディオシンの含有量を、露地と環境制御が可能な水耕(植物工場の閉鎖型システム)で栽培した材料を用いて分析し、擬葉はグリーン若茎では含有しないプロトディオシンをルチンと同時に含む。

従来は廃棄していた規格外の長さの若茎においてもルチンが豊富に含まれ、収穫適期を逸した若茎をルチンの有用成分資源として活用できる可能性がある。

生育阻害活性は貯蔵根で強く、擬葉で弱い。

アスパラガスの未利用部位である擬葉や貯蔵根などが有用成分資源として利用可能になった場合、本研究で得られた知見を基に、生産に伴う植物残渣の廃棄物量を削減し、日本国内だけでなく海外のアスパラガスの生産現場で急務の課題となっている連作障害の解決のため、未利用部位の新たな利用価値の創出につなげる。

2. 研究の目的

アスパラガスの代表的な機能性成分としてルチンとプロトディオシンが挙げられ、研究代表者は、アスパラガスの擬葉に、グリーン若茎には含有しないプロトディオシンを、ルチンと同時に含むことを発見した。本研究では、アスパラガスの代表的な機能性成分であるルチンとプロトディオシンのほか、生育阻害活性、無機成分を対象とし、次の3つを研究目的とする。それらを網羅的に分析し、植物体各部位における分布を把握する。研究代表者らが開発した新栽培法を含め、作型および年生別に未利用部位のバイオマス(有用成分資源量)を調査する。産出量が多い擬葉と貯蔵根を対象とし、露地と環境制御が可能な水耕で条件を変えて栽培し、植物の成長とルチンおよびプロトディオシンの含量との関係を解明する。

3. 研究の方法

アスパラガスは多年生植物で、10年以上の経済栽培が可能である。しかし、成株までに長期間を要し、通常栽培では1年間の株養成を経て、定植2年目以降から収穫することが多く、4年目以降ようやく成株に達する。そのため、本研究期間内に基礎的知見を得て、的確な情報発信ができるように、成株と若年株に分けて試験を行う。

試験1. 植物体各部位において、アスパラガスの代表的な機能性成分であるルチンとプロトディオシンのほか、生育阻害活性、無機成分を網羅的に分析し、それらの分布を把握する。

試験2. 応募者らが開発した新栽培法(1年養成株全収穫栽培法:若年株利用)を含め、作型および年生別に未利用部位のバイオマスを調査する。

試験3. 産出量が多い擬葉と貯蔵根の有用成分資源を対象とし、露地と水耕の若年株(1年株)で条件を変えて栽培し、植物の成長とルチンおよびプロトディオシンの含量との関係を解明する。

4. 研究成果

アスパラガスの未利用部位における有用成分資源としての利用の可能性を探るため、アスパ

ラガスの植物体各部位を網羅的に分析し、ルチンやプロトディオシンなどの有用成分資源の分布を明らかにした。

機能性成分と生育阻害物質の分布

ルチンは擬葉を筆頭に貯蔵根の褐色根や表皮などに多く、改植時の生育阻害物質の一つである可能性が示唆された。プロトディオシンは鱗芽に最も多く、地下部に多かった。生育阻害活性にも部位間差が認められ、鱗芽や地下茎、吸収根、貯蔵根などで強く、擬葉や側枝などで弱いことが判明した。茎葉刈りとり時に病虫害がなく完熟果による雑草化を防ぐことができた場合、地上部は生育阻害活性が弱く、無機成分は翌年度の肥料成分として再利用できるため、地上部を廃棄せずに有機質資源としてすき込むことができる。一方、若茎先端部や鱗芽などは生育阻害活性が強かったことから、萌芽に直接関わる組織には生育阻害物質が多く含まれる可能性があると推察される。

活性炭による生育阻害活性の軽減

改植時に貯蔵根が地中に残存すると、そこから生育抑制物質が滲出して連作障害が発生するが、活性炭を施用すると生育阻害が軽減される。アスパラガス未利用部位のうち、生育阻害活性の強い部位については、活性炭により生育阻害活性が軽減されたことから、今まで廃棄されてきた未利用部位は、そのまま栽培圃場で再利用できる可能性がある。

未利用部位の利用の可能性

アスパラガスの地上部の未利用部位、特に擬葉や主茎などはルチンの供給源として、完熟果や種子などはプロトディオシンの供給源として有効利用できる可能性がある。一方、アスパラガスの地下部において、ルチンは貯蔵根の褐色根や表皮などに、プロトディオシンは鱗芽、若茎の土寄せ部分および地下茎に多く含まれ、それぞれの機能性成分の供給源として有効利用できる可能性がある。しかし、地下部は掘り上げる作業に手間がかかり、生育阻害物質が多く、改植に影響するという報告があることから、活性炭の併用により未利用部位を有機質資源として栽培圃場で有効利用できる。アスパラガスの未利用部位である擬葉や貯蔵根などが有用成分資源として利用可能になった場合、生産に伴う植物残渣の廃棄物量の削減だけでなく、国内外のアスパラガスの生産現場でも急務の課題である連作障害の解決に繋がるものと考えられる。本研究成果は、ほかの農作物の未利用部位にも応用でき、廃棄産物の新たな利用価値の創出は、生産現場に役立つ栽培技術として発展する可能性がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 元木 悟	4. 巻 5
2. 論文標題 アスパラガス未利用部位の利用価値の創出 研究者の広場 <野菜園芸学>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 57～61
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Motoki Satoru, Tang Tianli, Taguchi Takumi, Kato Ayaka, Ikeura Hiromi, Maeda Tomoo	4. 巻 54
2. 論文標題 Distribution of Rutin and Protodioscin in Different Tissue Parts of Asparagus (<i>Asparagus officinalis</i> L.)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 HortScience	6. 最初と最後の頁 1921～1924
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21273/HORTSC114131-19	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Motoki Satoru, Taguchi Takumi, Kato Ayaka, Inoue Katsuhiko, Nishihara Eiji	4. 巻 56
2. 論文標題 Distribution of Growth-inhibitory Activity, Mineral Contents, and Functional Components in Different Tissue Parts of Asparagus (<i>Asparagus officinalis</i> L.) and Availability of Unusable Parts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 HortScience	6. 最初と最後の頁 1340～1346
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21273/HORTSC116057-21	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 元木 悟	4. 巻 48
2. 論文標題 栽培環境制御による生理的特性の解析に基づく野菜類の高付加価値化に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本食品保蔵学会誌	6. 最初と最後の頁 79～84
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 元木 悟
2. 発表標題 栽培環境制御による生理的特性の解析に基づく野菜類の高付加価値化に関する研究
3. 学会等名 日本食品保蔵科学会第70回（オンライン東京）大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石垣健太・津田溪子・田口 巧・加藤綾夏・松永邦則・元木 悟
2. 発表標題 アスパラガスの採りっきり栽培における根域土壌のアレロパシー活性の評価
3. 学会等名 園芸学会令和元年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 唐 天利・今井峻平・田口 巧・加藤綾夏・池浦博美・前田智雄・元木 悟
2. 発表標題 アスパラガスにおける機能性成分（ルチンおよびプロトディオシン）の部位間差
3. 学会等名 園芸学会平成30年度春季大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 山内 直樹、今堀 義洋	4. 発行年 2021年
2. 出版社 文永堂出版	5. 総ページ数 312
3. 書名 園芸利用学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
米国	Walker Brothers, Inc			