

ムクナ豆（ハッシュョウマメ）の起源・栽培方法・機能性と今後の利用の展望

藤井 義晴^{1,2,*}

¹鯉淵学園農業栄養専門学校 アグリビジネス科, ²他感作用研究所

キーワード：ムクナ豆, ハッシュョウマメ, L-ドーパ, 緑肥, 有機農業, 機能性食品

I はじめに

「ハッシュョウマメ」は日本古来のマメで、和名は「はっしょうまめ」であるが、その学名（属名）である *Mucuna* から、一般に「ムクナ豆」と呼ばれて普及し始めている。

本来の和名がハッシュョウマメなのに、ムクナ豆になった経緯は、1986年にブラジル・サンパウロ州立農業研究所のマメ科植物の育種研究者で、当時筑波大学に招聘教授として滞在しておられた宮坂四郎先生から「ムクナ」として教わったためである。宮坂先生は当時著者が所属していた農業環境技術研究所他感物質研究室を訪問され、「ブラジルでは大規模機械化農業の結果、土壌が疲弊し経営破綻する日系農家が多くなったことから、マメ科の緑肥の導入を考えて研究した結果、雑草抑制力が強く、有機農業で緑肥として利用価値が高い作物としてムクナ属植物を選抜した。アレロパシー（他感作用）によって雑草を抑制し病害虫にも強いと思われるので研究してほしい」と依頼されたのが契機である¹⁾。

この時、「ムクナ」という名前でブラジルの4品種をいただき研究を開始したので、ムクナという名前で研究成果を発表した。その後の調査で、ハッシュョウマメは日本に古くからあった在来作物で、その語源は一本の植物から八升も豆が収穫できるとの説と、八丈島から伝わった「八丈豆」であるとの説があることがわかった。しかし、ムクナ豆の名前で

普及し始めており、世界各地に品種があるので、総称としてムクナ、あるいはムクナ豆を使い、日本の在来種をハッシュョウマメと呼ぶのが良いのではないかと考えている。

現在日本各地で栽培が始まっているハッシュョウマメは、著者が東北大学農学部の駒嶺穆教授から分譲頂いたものを研究者や農家にお分けしたものがきっかけである。ハッシュョウマメ種子は東北大学理学部でマメ科植物の分類学の大橋広好教授が収集されたもので、お弟子さんの立石庸一先生からその特性について教わった。駒嶺先生は東京大学理学部でハッシュョウマメの組織培養の研究を行って理学博士号を取得されている。ハッシュョウマメはムクナ属の品種の中で最も成熟が早く、5月に播種して9～10月に収穫できる品種であり、莢は白色軟毛に覆われ、ちくちくする刺毛が少ない優良品種であり、日本人のご先祖が選抜されたと思われる。花は暗紫色で種子は灰白色楕円形である。その後、インド、ネパール、フィリピン、マレーシア、ベトナム、台湾などの東南アジアには多くのムクナ属植物が分布していることが分かったので、その一部を取り寄せて研究したが、日本で開花結実したのはアメリカ合衆国南部で緑肥として栽培されていた「フロリダ・ベルベットビーン」の2種であったので、農水省のジーンバンクにこの2品種を格納した。

ムクナ属の植物は、きわめて多収であること、やせた土地でも旺盛に生育し良い緑肥になること、根が地下深く伸びて土壌物理性を改善すること、繁茂して地表面を覆うため雑草制圧作用があること、イネ科牧草と混植して共生関係がありリビングマルチや緑肥として収量を増やすこと、高タンパクの飼料作物として利用できること、病気や害虫の

¹ 〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町 5965

² 〒305-0025 茨城県つくば市花室 1011

*東京農工大学名誉教授

被害を受けにくいことなどの性質がある。この豆の種子は、特殊なアミノ酸であるL-ドーパ (L-3,4-dihydroxyphenylalanine)、多くの薬用成分、消化酵素の阻害物質などを含むため、生食には不適であるが、調理によってこれらを除去すれば食用可能であり、その機能性を利用できる「古くて新しい食品」として有用と思われる。そこで、その起源、栽培方法、機能性、および今後の利用の展望について紹介する。

II 起源・種類・品種・分布について

ムクナ (*Mucuna* 属、シノニムとして *Stizolobium* 属) は、東南アジア、インド、中国南部~台湾、中南米 (ブラジル、モーリシャス、ドミニカ、メキシコなど)、北アメリカ南部、アフリカ (ナイジェリア、マダガスカル、ガーナなど) で栽培されている短日型のマメ科植物である。原産地は、ネパール南部とインド北部に広がるタライ平原といわれる。アフリカ大陸ではマダガスカル島にのみ自生していたが、アメリカ合衆国の援助で導入された。この植物は、最初は *Mucuna* 属に分類されていたが、種子の形や着葉状態から、一年性草本の一部を、アメリカ農務省の研究者であるパイパーとトレシーが新たに *Stizolobium* 属に分類し (Piper & Tracy, 1910)、多年性の種を含む残りの種はもとの *Mucuna* 属に残した。しかし、その後、東北大学の立石とイギリスの王立キュー植物園の研究者らによって再度分類学的研究が行われた結果、両者は同一であり、*Mucuna* 属に統一し、亜種 (subgenus) として、木質、多年生で種子の臍帯が周囲の 3/4 を越えるものが *Mucuna*、1 年生か幾分木質で臍帯が短いものが *Stizolobium* に分類することに修正された^{2, 3)}。

多年性の種は、熱帯地域に約 100 種自生していると言われているが、重複しているものもあり、実際にはもっと少ないようである。多くは木質で多年生の蔓性植物であり、樹木としての呼び名はクズモダマ属、あるいはトビカズラ属と呼ばれる。わが国には、アイラトビカズラ (*Mucuna japonica* Nakai, 発見者の中井猛之進が命名) が、熊本県相良神社にただ 1 本存在し、樹齢 1000 年以上と伝えられ、特別天然記念物に指定されたが、その後の調査で、学名が *Mucuna sempervirens* Hemsl. に修正された。同種のものが揚子江流域に多数分布している

ことから、アイラトビカズラは中国から導入されたと考えてられていた。ところが、2002 年に長崎県の時計島でアイラトビカズラの大群落が発見され、2012 年に天草上島の倉岳でもアイラトビカズラが発見されており、日本にも古くからアイラトビカズラが存在した可能性がある。九州地方から沖縄諸島にかけて、ウジルカンダ (別名イルカンダ) (*M. macrocarpa* Wall., 別名 *M. irukanda* Ohwi) およびその類似種のカマエカズラ (*M. irukanda* Ohwi var. *bungoensis* Ohwi), カシヨウクズマメ (*M. nigricans* (Lour.) Steud.) が分布し、ワニグチモダマ (ムニンモダマ) (*M. gigantea* (Willd.) DC., 別名 *M. toyoshimae* Nakai) が小笠原に自生している。また、石川県珠洲市の 2,250 万年前の地層からノトトビカズラ (*Mucuna chaneyi* Ishida) の化石が出土している²⁾。

一年性の草本の *Stizolobium* に分類される種は、英名で Velvet bean (ピロウドマメの意)、あるいは Cowhage, Cowitch (莢の毛がちくちくすることから)、サンスクリットで Atmagupta (魂や精神に影響を及ぼすとの意味)、和名ではハッシュウマメ、あるいはオシャラクマメと呼ばれ、ハッシュウマメ属と呼ばれた。その多くは蔓性のクズに似た植物で、花は暗紫色からまれに白色、種子は黒~黒白ぶち~褐色~灰白色と様々である。それらの主な用途は、緑肥、被覆作物および飼料作物である。一部の地域では、ハッシュウマメの種子を食用にすることもある。その収量は多く、亜熱帯地方では、ha あたり種子で 1~5 トン、茎葉部では新鮮重で 5~70 トン⁴⁾ と報告され、最も多収のマメの一つである。

以上のように、現在の分類では、草本性で *Stizolobium* 属に分類されていた栽培種も *Mucuna* 属に戻され、学名は *Mucuna pruriense* var. *utilis* に統一されている。以下に紹介するムクナはすべてこの中に含まれる品種的位置づけのものである。一般には同一種の栽培型に種小名をつけているようで、正確な分類ではないが、栽培種をまとめると次のようになる^{5,6,7,8,9)}。

- ① Bengal bean = Black velvetbean = Mauritius bean (*M. aterrima* Holland = *S. aterrimum* Piper et Tracy) : 西インド諸島のセントビンセント、アフリカ東部のマラウイで栽培されるが、マレーシア、インドネシアが起源といわれる。花が白色で、種子は黒である。

②ハッシュウマメ (=Yokohama bean = Japanese velvetbean) (*M. hassjo* Sieb. = *S. hassjoo* Piper et Tracy = *M. capitata* Wight et Arn.) : わが国の西南暖地で栽培され、日本が起源であるといわれているが、最近まで作物としての栽培はすたれていた。ハッシュウマメの語源は、一本の植物から八升も豆が収穫できることからついたという説と、八丈島から伝わった「八丈豆」であるとの説がある。沖縄の一部でサトウキビの緑肥用に栽培されているムクナ豆は、台湾において富貴豆（フウキマメ）あるいは虎爪豆と呼ばれる品種 (*M. capitata* (Roxb.) DC. ex Wight & Arn.) であり、ハッシュウマメと同一と考えられている。東北大学（駒嶺研究室）で保存されていたハッシュウマメは、成熟期間が比較的短く、5月に播種して9～10月に収穫できた。その花は暗紫色で莢は白色軟毛に覆われ、ムクナ属に特有のちくちくする刺毛がほとんどない優良品種である。その種子は灰白色楕円形であ

る。両者は同一品種であるとされている¹⁰⁾。写真1、写真2および写真3には、それぞれハッシュウマメの花、若い莢および種子である。東北大学で保存されていたハッシュウマメは、茨城県つくば市では開花結実して採種できたが、台湾から取り寄せた緑肥用の「富貴豆」は同一条件下では開花せず、採種できなかった。しかし、四国農試の松岡と川上の報告によれば⁵⁾、台湾産の富貴豆も5月に播種し10月に採種できたというので、系統あるいは栽培技術によって収穫可能なのかもしれない。

③フロリダ・ベルベットビーン：Florida velvetbean (*M. deeringiana* Merr. = *M. prurience* var. *utilis* cv. Florida velvetbean = *S. deeringianum* Bort.) : アジア原産といわれ、西インド諸島を経て1876年ころにフロリダに導入され、1940年代には200万エーカー栽培されていたという。この品種は、成熟に240～270日を要し、花は濃紫色の総状花で、



写真1. ハッシュウマメの花



写真3. ハッシュウマメの種子



写真2. ハッシュウマメの若い莢



写真4. フロリダ・ベルベットビーンの種子

莢は黒色ベルベット状、また写真4のように種子は球状で褐色のぶちが入っている。Florida種から改良されたものに、120日で成熟するGeorgia種、160日程度で成熟するAlabama種などの優良品種があるという。

- ④リヨン・ベルベットビーン：Lyon velvetbean (*M. cochiciniensis* A. Chev. = *M. nivea* DC. = *M. lyonii* Merr. = *S. niveum* (DC.) Kuntze = *S. cochiciniensis* Kuntze)：ベトナム南部（フランス領コーチシナ）で最初に見出された。インドにも分布している。
- ⑤ブラジルで緑肥として栽培されるムクナは、プレタ (*M. preta* = *S. aterrimum*, 種子が黒で、Bengal bean と同一種か)、アナン (*M. ana*, 蔓が出にくい矮性種で、種子は球状で黒白ぶち)、シンザ (*M. cinza*, 種子は灰白色楕円形) ジャスピアダ (*M. jaspada*, 種子は灰白色楕円形)、ラジャーダ (*M. rajada*, 種子は球状で黒白ぶち、アナンに似ているが蔓性種) 等がある。これらは、Florida velvetbean の改良種といわれる。アナンは唯一の早生矮性種で、すきこみ用に優れている。

栽培種の草本性ムクナ (*Mucuna pruriens*) は立石庸一らの研究によれば²⁾、ヒマラヤ南斜面が原産といわれ、東南アジア～日本～西インド諸島を経てアメリカ大陸に伝播し、一方ではインド～アフリカ大陸へと広まったと推定される。著者らは、ネパールを3回訪問して現地の野生種を調査したが、ネパール南部の平原に自生している系統は莢に金色の毛が生えており、激しい痒みを引き起こす植物で、現地では危険な雑草として嫌われていた。

作物としてのムクナ属植物は、戦前にボルネオから小笠原に導入され、試験栽培されたという記録があり、1954年に農林省四国農業試験場において、ハッシュウマメとFlorida velvetbeanの3品種が導入され、試験栽培が行われている⁵⁾。また、1970年ころに熱帯農業研究センター沖縄支所でブラジルの品種が評価されたことがある。

Ⅲ ムクナ豆の栽培方法^{9,11,12)}

草本性のムクナの一般的栽培は、暖地の軽い壤土に適し、遅霜の心配のない5～6月に播種する。60～100 cm 間隔に点播し、播種量は ha あたり 45～70 kg で、生育初期に除草を行い1, 2回の中耕を

行う。蔓性種は蔓が10 m以上伸びるので、採種の場合には丈夫な支柱が必要である。乾燥に強く、年平均降水量が500 mmあれば収穫でき、小麦が栽培できる条件で栽培可能とされている。種子は10～12月に熟すが、沖縄以外では秋に霜がおりるので、早生種以外の採種は困難である。無限伸育型でただら開花するので、採種時期をみきわめるのが難しい。種子収量は環境によるが、haあたり1～5 tである。寒さに弱く5℃に24～48時間さらされると枯れる。飼料や緑肥用には播種から2.5～3月後に、haあたり茎葉20～30 tをとることができる。

著者は求めに応じて日本全国の農家に10粒程度のハッシュウマメ種子を無償で分譲した結果、現在、熊本県、栃木県、滋賀県、沖縄県、茨城県、山梨県などでハッシュウマメ栽培が普及し始めており、合計で約10トンの生産があると推定される。2023年に栃木県那須の森雅平氏が「現代農業」誌で栽培方法を詳しく紹介されてから、全国各地の農家の関心を集めてさらに普及が進みつつある¹²⁾。

Ⅳ ムクナ豆の利用法

1. 種子の食用および機能性食品としての利用

インドネシアでは、種子を水に浸漬して種皮をふやかしてから取り、煮たり、醗酵させて食用とする。インドでは、原住民が *S. pachylobium* の若い莢や種子を食用にするため栽培しているという。中国や台湾では、富貴豆 (*S. capitatum*) を豆腐にするという⁶⁾。マレーシアにおいては、飢饉のときに、Lyon velvetbean の種子を、繰り返し茹でた後、種皮を除いて食用にしたと言う。アフリカ東部では、Bengal bean を、主に緑肥・被覆作物として用いているが、食用にもされ、調理前に十分水に浸漬した後、水を換えながら何回も煮て利用するという⁶⁾。ナイジェリア東部では、Horse-eye bean (*M. solanei*) (蔓性の低木) の種子を粉にしてスープにする。ジャマイカでは、カリブ人がHorse-eye bean (*M. urens*) の種子を粉にして食用にするという⁶⁾。著者は東京農工大に在職中に、ガーナ、モザンビーク、スーダン、ケニアからの留学生に、栽培法と食用としての利用法を伝授したので、これらの国で食料としての利用が始まっている。

中国南部では、樹木になる種である *M. semper-virens* (常春油麻藤) の塊根から澱粉を採取し、種

子は食用にしたり、油を搾るとされる⁶⁾。

日本では、ハッシュウマメ種子を煮て、キントン、餡、煮豆として利用されたことがあり¹³⁾、インゲンに似た食味であるという⁹⁾。

マメ科の種子には、ダイズやラッカセイのように脂肪が多いものと、インゲンやエンドウのように澱粉が多いものがあるが、ムクナ豆はその中間的な性質を持っているので、両方の用途に利用可能である。

ムクナは、種子にL-ドーパ（L-3,4-ジヒドロキフェニルアラニン、L-3,4-dihydroxyphenylalanine、略してL-DOPA：ドーパ、図1）を多量に（乾物重あたり2～8%、品種により異なるが、栽培品種は約4%程度¹⁴⁾）含むため、食用するには注意が必要であると指摘されている。L-ドーパは水溶性が高いので、十分に水煮してあくぬきすれば食用となる。L-ドーパは、大量に摂取すると下痢を起こすと言われるが、適度の摂取は問題ないようである¹⁵⁾。L-ドーパはムクナ以外にも、ソラマメにもかなり含まれている（0.2%程度）が、食用にされているし、パーキンソン病の人はその特効薬として毎日数グラムに達するL-ドーパを摂取しても副作用は少ない。

しかし、ムクナの生の種子には、トリプトシンインヒビターを多量に含むことが報告されている。その生種子をラットに強制投与したとき、成長が劣った場合の原因物質とされている。しかし、このインヒビターは、加熱により完全に除去されるので、適当な調理によりムクナ種子は食用になりうると報告されている¹⁵⁾。また、その生の種子には、乾物1kgあたり約60mgの青酸（HCN）が含まれているが、リマ・ビーンの安全な品種の含有量よりも低く、調理により90%破壊されるので害はないとされる¹⁵⁾。なお、後述のように、莢の刺毛は皮膚にささるとかゆく、飲んで胃壁に刺さると危険なの

で、注意が必要である¹³⁾。

2. 薬用としての利用

ムクナ属植物は薬用植物として、インド、中国および東南アジアで古くから用いられている⁶⁾。この植物は、アフリカでも重要な生薬であるという¹⁶⁾。しかし、その有効成分の全てが解明されたとはいえず、今後の研究が必要である。

中国では、*M. birdwoodiana*（白花油麻藤）の蔓を、漢方薬名・鶏血藤（ケイケツトウ）と呼び、血行障害の治療、補血、筋肉を強くする薬効があるとされる。この生薬から4種のフェノール性物質が抽出され、その中で2,6-dimethoxyphenolとN-(trans-feruloyl) tyramineにプロスタグランジン合成阻害作用があることが明らかにされた¹⁷⁾。*M. sempervirens*（常春油麻藤）にも同様の薬効がある。

インド南部～中国南部では、*M. macrocarpa*の茎の煎じ液をリウマチの薬とする⁶⁾。インドのヒンズー教徒は、*M. monosperma*の種子を薬用に用い、咳・たんを切り、喘息を治すためや鎮痛剤として、また野菜として用いてきたという⁶⁾。

スマトラ、マレーシアにおいては、*M. biplicata*の葉をあぶって胸に貼り、熱病を治すという。マレーシア、フィリピンおよびインドでは、*M. nigricans*の茎を切断したときに出る汁を解熱剤に用いるという⁷⁾。また、タンガニーカ（現タンザニア）では、*M. poggei*の花を煎じて頭痛薬とするという¹⁶⁾。

インドでは、紀元前4世紀頃からムクナ豆が催淫剤として用いられ、その根を強壯剤として利用したという⁷⁾。また、ムクナ豆は下剤や痛風の薬として用いられたという¹⁶⁾。マレーシアでは、*M. gigantea*の種子を粉にして媚薬にするという⁶⁾。

インドシナ半島では、ムクナ豆の莢の毛を虫下しに利用していたが、それが腸に障害を与えることがあるという。また、刑罰として、ムクナ豆の莢の毛にナメクジの粘液を混ぜて飲ませたという⁷⁾。その莢の表面にピロード状に密生する毛には針状体が存在し、これがヒトにつくとちくちくして痒くかぶれる。この針状体には0.015%のセロトニンが含まれ、これがヒスタミンを放出させるために痒みがでると説明されている¹⁶⁾。また、その痒みの原因はムクナニン（Mucunain）というタンパク質分解酵素であるとの報告もある¹⁶⁾。

コンゴ、ウガンダおよびジンバブエでは、*M. poggei*

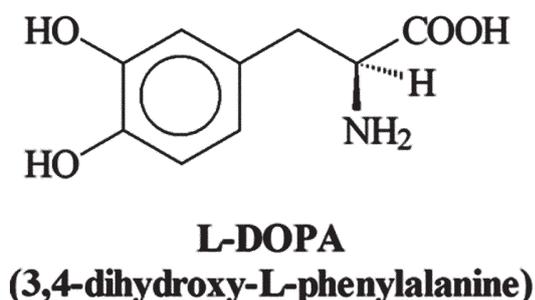


図1 L-ドーパの構造式

の小枝を砕いて、魚の麻酔薬に用い、またこの葉の汁をインキとして用いるという⁶⁾。

ムクナ属植物に多量に含まれるL-ドーパは、脳における神経伝達物質であるドーパミンの前駆体であり、パーキンソン病の治療薬として用いられている。ただし、現在薬用に用いられているものは合成品である。

3. 緑肥・被覆作物としての利用、とくに有機農業への利用

ムクナは、緑肥作物の中でも最高の生草収量を上げる植物の一つである。レンゲやクロタラリアも条件によってはムクナに匹敵する生産を上げることがあるが、ムクナの窒素含有率は0.8%に達し、これらの1.5~2倍であるので、台湾では最も優れた緑肥として推奨されている¹⁸⁾。

マレーシアにおいては、ゴムのプランテーションで、土壌侵食（エロージョン）防止と雑草防除の目的で、Lyon velvetbean が被覆作物として栽培されるという。この場合でもムクナは生育初期には、より早く生長するイネ科雑草によって被害を受けるので、播種と同時にイネ科に選択的な除草剤を散布する研究が行われている。ムクナが繁茂し純群落が形成されると、雑草はほとんど生えなくなるので、あとは必要に応じて局所的に2,4-DB（4-(2,4-ジクロロフェノキシ)酪酸）を撒いて広葉雑草を防除するという¹⁹⁾。

熱帯地方では、Bengal bean が優良品種として用いられ、耐干性で早く定着し雑草を抑える厚い被覆を形成するので、緑肥として、またココヤシの下の輪換放牧用に、トウモロコシやソルガムとの混植に用いられるという。ブラジルでは、プレタやシンザなどのムクナ豆品種がイネ科牧草との混作に用いられ、荒廃したコーヒー園の更新に用いられ続けている²⁰⁾。

Velvet bean は、とくにブラジルにおいて、ハマスゲ (*Cyperus rotundus*) やアランアラン (チガヤの類) (*Imperata cylindrica*) を抑えるのに用いられ、Bengal bean はあらゆる雑草を駆逐するとの記載がある²⁰⁾。ブラジルで、ムクナ残渣の水抽出液が、ハマスゲやコセンダングサ (*Bidens pilosa*) の生育を抑えることから、アレロパシーが示唆されている²¹⁾。

ナイジェリアでは、新たに機械を用いて造成した

圃場に、先駆作物としてムクナを導入する試験が行われた結果、土壌物理性（全孔隙数、土壌硬度、浸透性、水分保持量）が著しく改善されたという²²⁾。機械化耕作により土壌が硬化した圃場でも、一年間ムクナを栽培することで再び耕作可能な土壌物理性を回復するという。

ブラジルにおいて、トウモロコシと混植したムクナは、乾物で12トン/ha収穫でき、土壌の被覆効果、雑草の抑制効果が認められ、トウモロコシの乳熟期にムクナを条間播種しても、エロージョンを防止でき雑草抑制効果があったという²³⁾。また、ダイズ用緑肥として、種々の植物を検討した結果、*M. aterrima* を5粒/m²播種したときに最高収量が得られ、慣行農法の2.25 t/haから2.36 t/haに増加したという²³⁾。また、ムクナ、クロタラリア、砂糖キビ搾り粕、稲わら、ゴミコンポスト、バーミキュライトなどの土壌すきこみが後作のインゲンの生育におよぼす影響を調べた結果、インゲンの根粒形成量、窒素吸収量および乾物重はムクナすきこみ区が最も良かったという²⁴⁾。

4. 間作、混植作物としての利用

トウモロコシとムクナ、カウピーおよびブラックグラムを混植した結果、全収量（トウモロコシ/マメ科）はそれぞれ、33.4 (19.3/14.1), 28.3 (16.5/11.8), 23.7 (20.7/ 3.0) t/haであり、ムクナが最も成績が良かったと報告されている²⁵⁾。

Cenchrus ciliaris（ヒゲクリノイガ）とフィールドビーン、ホースグラム、クラスタービーン、*Vigna unguiculata*（ササゲの仲間）、ムクナおよびモスビーンとの混植では、いずれも単植の場合に比べて乾物収量が高くなったが、とくに *Vigna unguiculata*（ササゲの仲間）とムクナとの混植区が多収であったという²⁶⁾。

5. 飼料作物としての利用

アルゼンチン北部では、*S. cinerum* を牧草やサトウキビ園の被覆作物として利用している⁶⁾。Florida velvetbean は、アジア~アメリカで牧草、緑肥、被覆作物などとして栽培されている⁶⁾。米国の利用例として⁵⁾、Florida velvetbean の種子および莢の粉末が単独あるいは配合飼料として用いられる。その品質向上のためには十分な乾燥が必要であるという。また、Florida velvetbean を乾草として用いる場合

は、種子が未熟なときに刈り取り乾草とする。それをサイレージとする場合には早生種が用いられ、トウモロコシと混作したものを共にカッターにかけてサイレージとする。その際に短期間に黒変するが、品質には影響がないという。

6. 病害虫に対する抵抗性について

ムクナに対する病害虫はほとんど見出されておらず、他のマメ科作物に比べて強健であるとされている。ただ、米国ジョージア州では、Velvetbean caterpillar (*Anticarsis gemmatilis*) が被害を与えられている⁵⁾。

ムクナの種子に多量に含まれるL-ドーパが、昆虫の忌避物質であろうという報告がある²⁷⁾。ヤガの一種 (*Prodenia eridania*) の幼虫の人工飼料にL-ドーパを添加すると、蛹のからが硬化せず死亡率が高まる。その作用は、L-ドーパがキチンの硬化に関与するチロシナーゼを阻害するためであろうと推定されている²⁷⁾。

インドでは、Lyon velvetbean (*M. cochiciniensis*) がヒトリガの一種 (*Spilosoma obliqua*) の幼虫による食害を受けないことから、摂食阻害物質を検索した結果、L-ドーパ、tetrahydroisoquinoline および多量のフェノール性物質を含み、これらが作用成分であろうと報告している²⁸⁾。

著者らの栽培でも、ガラス室内でムクナのみを栽培したとき、アブラムシが葉芽や茎に付くことがあり、ハスモンヨトウやセスジツユムシに食害されることもあった。圃場では顕著な被害を受けることは少なく、ムクナをダイズと混植した時、ダイズがヒメコガネに顕著に食害を受けたのに対し、ムクナはほとんど被害がなかった。しかし、最近の全国各地での栽培が広がるにつれて、ダイズにつく「シンクイムシ」が莢の中に見つかり、その対策としてフェロモントラップが検討されている¹²⁾。

7. 線虫抑制作用

ブラジルでは、ムクナを栽培すると線虫密度が下がるという経験的観察がある。ムクナ・プレタ (*S. aterrimum*) は、ネコブセンチュウ (*Meloidogyne incognita*) の幼虫が根に寄生しても成虫になることが出来ず、不適当な宿主であるとの報告がある²⁹⁾。しかし、根の抽出液は卵の孵化や幼虫の根への侵入には影響しなかったという報告もある³⁰⁾。

ネコブセンチュウに強いといわれている緑肥作物を栽培したとき、マリーゴールドとクロタラリアは根中の線虫密度も後地土壤中の密度も有意に低下していたが、ムクナ (*M. deeringiana*) とキマメ (*Cajanus cajan*) の場合は、その根の中の線虫密度は低下しなかったが、栽培跡地の土壤中の線虫密度は前者と同等に有意に低下していた。ジョントベッチとヘアリーインジゴでは対照区と線虫密度に差がなく、緑豆 (マングビーン) ではむしろ増殖させる結果であったという³¹⁾。次作のトウモロコシ栽培畑における線虫の密度は、前作がムクナとクロタラリアの区では顕著に低下していたという³¹⁾。従って、ムクナは、マリーゴールドやクロタラリアのような強い線虫抑制物質を含んでいないが、圃場においてはこれらの線虫対抗植物と同程度に次作の作物の線虫害を抑える作用があるようである。

V ムクナ豆に関する著者らの研究

ブラジルの宮坂四郎博士から「緑肥として優れているムクナをブラジルにもっと広めたい。ムクナはアレロパシー (他感作用) が強いと思われるので調べて欲しい」と教わったのが契機で研究を開始した。ブラジルにおいて、ムクナは、機械化された大規模近代農業の弊害による表土の流出、土壤の乾燥、病害虫雑草防除などの目的で有機農業により栽培されていた¹⁾。

そこで、5品種のムクナを他感作用検定用バイオアッセイで調べたところ、強い他感作用効果が示唆されたので、以下の研究を行った^{32,33)}。

まず、圃場試験を行い、種子の増殖と栽培法の検討、および雑草抑制作用を調査した。蔓性の品種の多くは夏期の生育は極めて旺盛であったが、生育期間が長く、霜害に弱いため野外では採種できなかった。茨城県の環境で採種可能なものは、矮性種のアナン (*Mucuna ana* = *Stizolobium deeringianum* cv. *ana*) と在来種のハッシュウマメおよびフロリダ・ベルベットビーン^{22,23)}の3品種であった。

次に、ムクナと他の植物を混植栽培し、ムクナが他の植物の生育に及ぼす効果について調査した。まず、改良式置換栽培法として、従来の置換栽培法に、地下部に仕切りを設けた区を付け加え、根による相互作用を検出できるように改良した混植法による試験を行なった結果、トウモロコシとムクナとは相性

がよく、トウモロコシもムクナも共に生育が促進(共栄関係)された^{34,35)}。ムクナとダイズの混植では、ダイズの生育が良くなった分だけムクナの生育が悪くなる相補的關係にあった。次に、ムクナのすきこみ試験を行い、後作物の生育について検討した。ムクナの乾燥葉をすきこんでも後作の生育には害作用は無く、むしろ緑肥としての効果が現れ、特にトウモロコシとインゲンの生育が促進されたが、生葉をすきこんだ時、後作のインゲンの生育は顕著に阻害された³⁵⁾。しかし、すきこみ後2週間以上放置すればインゲンの生育に影響は無かった³⁵⁾。

次に、ムクナ栽培跡地における雑草の発生状況を調べた³⁶⁾。対照区は、トマト、ナス、リクトウ栽培区および無栽培とした。その結果、ムクナ以外の区では春先には旺盛な雑草の発生が見られたが、ムクナ栽培地には雑草は全く発生していなかった²³⁾。そこで、ムクナの植物体から、雑草や他の植物に対して生育阻害作用を示す成分を抽出しその化学構造を分析した結果、この成分はL-3,4-dihydroxyphenylalanineのL-ドーパであった^{37,38,39,40,41,42,43)}。L-ドーパは、ムクナの生葉、根、茎、種子のいずれの部位にも存在していた。

L-ドーパは、動物組織や植物組織に存在する良く知られた物質であり、動物界においては神経伝達物質であるドーパミンやアドレナリンの前駆体として重要な物質である。また、L-ドーパは酸化されてドーパキノンを経て、メラニン色素を形成することも良く知られている。L-ドーパは、ドーパミンの前駆体としての性質から、パーキンソン病の特効薬として用いられている。しかし、L-ドーパが通常組織中に多量に存在することはない。ところが、ムクナの葉中には、生体重の約1%にも達するL-ドーパが含まれていた。L-ドーパが植物の発芽・生育に及ぼす影響について検討した結果、L-ドーパは、レタス、オランダミミナグサ等の幼根の生育を50 ppmの濃度で50%抑制すること、概して幼根の伸長阻害効果が大きく、胚軸の伸長阻害作用や発芽阻害作用は比較的小さいこと、発芽阻害は可逆的であることなどが判明した。ムクナの生葉抽出液による植物生育阻害作用は、含まれているL-ドーパの活性でほぼ説明できた^{37,39,44)}。

これらの研究から、ムクナは生育しているときには植物体中にL-ドーパを蓄積し、この物質あるいは未知の他の生理活性物質の作用によって、雑草の

生育を阻害すると考えられる。また、ムクナは線虫の不適当な宿主であるとの報告もあるので、連作障害を克服する作物として導入することができるかも知れない。ムクナは暑さに強いので、とくにハウス栽培等で土壌の交換や消毒が困難な場合に効果を現す可能性がある。一方、L-ドーパは酸化し易い物質で、土壌に添加されても速やかに重合したり、分解する。ムクナを乾燥させて土壌にすきこむと、緑肥としての効果が期待できる^{1,41,45)}。

ムクナ豆の調理法については、お茶の水女子大学の香西みどり先生の研究室において、煮豆、餡、パンへの添加などについて検討され、L-ドーパを除去してたくさん食べることができる食品の研究が行われた^{46,47,48)}。

ムクナ豆に含まれるL-ドーパが植物に及ぼす生理作用について調べた結果、L-ドーパは従来の除草剤の作用機構とは全く異なる作用で植物の生育に影響していること^{49,50)}、とくにトランスクリプトーム解析によって調べた結果、鉄の代謝に関する遺伝子に影響している可能性が示唆された⁵¹⁾。また、三次元クリノスタットを用いて疑似的な無重力状態を発生させてムクナを栽培したところ、L-ドーパの生産と根からの滲出が抑制され、重力屈性との関係が示唆された⁵²⁾。

ムクナ豆の葉や根を土壌に鋤き込んだときの土壌中での動態を研究した結果、L-ドーパはアンドソルなどの火山灰土に強く吸着されてその活性を失うこと⁵³⁾、この作用にはL-ドーパのカテコール構造が関与していること⁵⁴⁾が明らかとなった。また、土壌中のアレロケミカルの寄与率を推定する全活性法によってその寄与を解析した⁵⁵⁾。

ムクナ豆に含まれるL-ドーパ以外の成分について調べたところ、強い抗酸化物質を含んでいること⁵⁶⁾、ヒトの肝細胞ガンとC型肝炎ウイルスを抑制する成分を含んでいることが明らかになった⁵⁷⁾。L-ドーパはパーキンソン病に効果のある薬であることから、これを多く含むムクナ豆を合成のL-ドーパと併用したり、ムクナ豆の利用を試される医師が徐々に増えて一部の患者さんによって利用されている⁵⁸⁾。

VI ムクナ豆の欠点

ハッシュョウマメなどのムクナ豆には次のような欠

点がある。種子中に含まれているL-ドーパは、食品として大量に摂取すると下痢や嘔吐作用を現すことがあり、食用としてたくさん食べるためには除去しなければならない^{46,47,48}。

また、ムクナ豆類の莢にはピロード状の毛が密生しており、これにふれるととてもかゆい。かゆみを引き起こす物質として、その莢の刺毛に含まれるセロトニンがヒスタミンを放出させるために痒みがあると説明されている。またムクナインというタンパク質加水分解酵素もかゆみの原因となるとされている。

多くのマメと共通であるが、生の豆にはトリプシンインヒビターが含まれているので、100℃以上に加熱してこれを失活させないと、下痢を引き起こすことがある。

ムクナは巨大なつる性植物であるため、種子を取るには丈夫な支柱が必要である。緑肥として栽培する際には、蔓が四方八方へ広がり、過繁茂するため、機械による圃場へのすきこみが困難な場合がある。

VII まとめと今後の研究の展望

ムクナ豆をブラジルの宮坂四郎先生から教わって研究を開始してから39年、農水省の研究機関と東京農工大学で、スローペースで研究して来ました。しかし、研究費と研究スタッフ、共同研究者に恵まれ研究が進みました。私の本来の研究は、植物に含まれる成分が他の生物に影響をおよぼす現象である「アレロパシー」で、雑草抑制成分として検索した結果、ムクナ豆の葉や根に生重あたり1%の高濃度で含まれるL-ドーパに活性があることを見出したのですが、有機農業に利用する目的でお薦めしたところ、L-ドーパはイネ科の雑草を抑制せず残ってしまうことから、農家に普及しませんでした。雑草抑制の目的には、ムクナの親戚のヘアリーベッチに切り替え、これは徐々に普及しつつあります。

農業への利用はうまく行きませんでした。種子には約4%もの高濃度で含まれるL-ドーパは、強い抗酸化能を持ち、脳の神経伝達物質であるドーパミンの前駆体であることから、パーキンソン病に効果があるとして、徐々に利用者が増えています。慶応大学医学部の三浦佐千夫先生のご尽力で「ムクナ会」という親睦会で細々と普及を始め、栽培される農家が徐々に増えています。とくに熊本県宇城市で

は、元市長で元参議院議員の阿曾田清さんの指導で生産農家が増えています。また那須の森雅平さんは栽培に工夫を加えられ良質のムクナ豆を生産しておられます¹²。

ムクナ豆の調理に関してはお茶の水女子大学の香西みどり先生の調理学研究室でL-ドーパの除去法を検討されました。焙煎してきな粉のように加工すると美味であり、かつ、L-ドーパを70%程度残すことが可能です。また、適切な調理によって煮豆や餡への加工が可能であり⁴⁶、健康によい成分を含む食品となります⁴⁵。ムクナ豆はデンプンが多いインゲン豆と、脂質が多いダイズ、落花生の中間の性質で、両方の用途を代替することが可能です。今後さらに調理法や加工法の研究が進むことが期待されます。

最近、ドーパミンがアミロイドβ (Aβ) ペプチドの分解酵素「ネプリライシン」を活性化し、アルツハイマー型認知症の予防に効果があるという研究が発表されています⁵⁹。ハッシュウマメに含まれるL-ドーパを適切な加工・調理で食品として毎日適量摂取することで、脳内のドーパミンが増加しアルツハイマー型認知症の予防に利用できる可能性があります⁶⁰。ドーパミンは個人差はありますが、一般に20歳をピークに10年で10%ずつ減少すると言われており、70歳になると50%にまで減少します。ドーパミンは笑うと増えるとも言われ、意欲を高める作用があり、引きこもりや元気が出ない人を励ましてくれる可能性があります。このような面の研究も期待されます。

ハッシュウマメにはL-ドーパ以外にもメタボローム解析で約3,000種の成分が検出され数多くの生理活性物質を含むことを確認しており（未発表）、その機能性について詳しく研究したいと考えています。そして適切な調理方法、摂取方法を確立したいと考えています。ムクナ豆はダイズのように作物として完成されていない、未だに発展途上の作物であり、多くの欠点がありますが、交配や選抜によるより良い品種の作出も望めます。ムクナ豆に含まれる成分の機能性を利用することで、認知症を予防し運動機能も維持した老年期を過ごすことができれば、国の財政を圧迫している医療費の節約にも役立つと期待されます。

2024年春から鯉淵学園農業栄養専門学校で教育と研究に従事させていただけることになりましたの

で、人生最後の研究として、ムクナ豆に含まれる未同定成分の機能を明らかにし、高齢化に向かう日本で、国民の健康に役立つムクナ豆の栽培と利用に役立てたいという夢を持っています。多くの方がムクナ豆の栽培と利用に興味を持たれ、研究と普及に協力していただき、古くて新しいマメとして復活することを願っています。

VIII 引用文献

- 1) 宮坂四郎 (1986), ブラジルの緑肥について. 熱帯農業 **30**: 41-19.
- 2) Y. Tateishi and H. Ohashi (1981), Eastern Asiatic species of *Mucuna* (*Leguminosae*). *Bot. Mag. tokyo* **94**: 91-105.
- 3) C. M. Wilmot-Dear (1983), A revision of *Mucuna* (*Leguminosae-Phaseolae*) in China and Japan. *Kew Bulletin* **39**: 23-65.
- 4) 外国産豆図鑑 (1971), 財団法人雑豆輸入基金協会 pp. 271-283.
- 5) 松岡匡一, 川上剛志 (1964), 熱帯・亜熱帯導入豆科作物に関する研究 (6) *Stizolobium* 属について. 熱帯農業 **8**: 11-16.
- 6) マメ科資源植物便覧 (1987), 近藤典生監修, 湯浅浩史, 前川文夫編, 財団法人日本科学協会 pp. 272-274, pp. 336-338.
- 7) 熱帯の野菜 (1975), 熱帯農業技術叢書 第17号, 農林水産省熱帯農業研究センター編, p. 128-132.
- 8) 熱帯植物要覧 (1984), 熱帯植物研究会編, 第日本山林会, pp. 189-190.
- 9) 河野久芳 (1977), ハッシュウマメ. 野菜園芸大事典, 養賢堂, pp. 1019-1021.
- 10) H. Ohashi, *et al.* (1984), Taxonomic studies on the Leguminosae of taiwan I. *Sci. Rep. tohoku Univ.* 4th ser. (Biol) **38**: 277-334.
- 11) 世界有用マメ科植物ハンドブック (1983), 星合和夫訳, 財団法人雑豆輸入基金協会, pp. 268-272.
- 12) 森 雅平 (2023), ムクナマメは人類を救う 耕作放棄地 30a で売り上げ 400 万円. 現代農業 9 月号: 60-65.
- 13) 立石庸一 (1987), 豆解説, 嗜好. 別冊豆ブック, 明治屋, pp. 62-63.
- 14) E. A. Bell and D. H. Janzen (1971), Medical and ecological considerations of L-Dopa and 5-HTP in seeds. *Nature* **229**: 136-137.
- 15) G. Ravindran and G. Ravindran (1988), Nutritional and anti-nutritional characteristics of *Mucuna* (*Mucuna utilis*) bean seeds. *J. Sci. Food Agric.* **46**: 71-79.
- 16) J. M. Watt and M. G. Breyer-Brandwijk (1962), "Medicinal and poisonous plants of southern and eastern Africa," 2nd ed., E.& S. Livingstone, Edinburgh, pp. 631-634.
- 17) Y. Goda, M. Shibuya and U. Sankawa (1987), Inhibitors of prostaglandin biosynthesis from *Mucuna birdwoodiana*. *Chem. Pharm. Bull.* **35**: 2675-2677.
- 18) 臺灣的緑肥 (1937), 農林廳・農復會編, pp. 16-18.
- 19) I. M. Taib, L. Sin and A. F. Alif (1979), Chemical weed control in legume management. Proceedings of rubber research institute of Malaysia planters' conference pp. 375-391.
- 20) 農業におけるマメ科植物, 第二部 各論 (1978), 財団法人雑豆輸入基金協会, pp. 60-91.
- 21) H. Lorenzi (1984), Consideracoes sobre plantas daninhas no plantio direto. *Plant Direto no Brasil*, pp. 24-35.
- 22) N. R. Hulugalle, R. Lal and C. H. H. terkuile (1986), Amelioration of soil physical properties by *Mucuna* after mechanized land clearing of a tropical rainforest. *Soil Sci.* **141**: 219-224.
- 23) I. Jucksch, E. D. De. Castilhos and E. E. Scherer (1984), *Mucuna* sp. In systems of Maize production. *Pesquisa em Andamento, EMPASC*, 22, 4.
- 24) A. C. De. S. Abbod and F. F. Duque (1986), Effect of application of organic matter and vermiculite in a bean-maize rotation. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* **21**: 227-236.
- 25) M. K. Mohammed George (1973), Fodder production potential of different maize-legume mixture under graded level of nutrition. *Agric. Res. J. Kerala* **21**: 55-56.
- 26) A. Gill, *et al.* (1984), Intercropping studies in *Cenchrus ciliaris*. *Agricultural Science Digest. India.* **4**: 206-207.
- 27) S. S. Rehr, D.H. Janzen and P. P. Feeny (1973), L-Dopa in legume seeds: A chemical barrier to insect attack. *Science* **181**: 81-82.
- 28) Premchand (1981), Presence of feeding deterrent in velvet bean (*Mucuna cochinchinensis*). *Indian J. Entomology* **43**: 217-219.
- 29) R. C. Tenente, *et al.* (1980), A study of the effect of root exudates of *Stizolobium aterrimum* on the life cycle of *Meloidogyne incognita*. *Sociedade Brasileira de Nematologia* **1980**: 213-215.
- 30) R. C. Tenente, *et al.* (1982), A study of the effect of root exudates of *Stizolobium aterrimum* on the hatching, penetration, and development of *Meloidogyne incognita* race 4. *Sociedade Brasileira de Nematologia* **1982**: 271-284.
- 31) K. C. Reddy, *et al.* (1986), Tropical legumes for green manure. II. Nematode populations and their effects on succeeding crop yields. *Agron. J.* **78**: 5-10.
- 32) 藤井義晴, 安田 環, 渋谷知子, 米元志保 (1991), 無影日長栽培法と階段栽培法によるムクナの他感作用の検証. 日本土壤肥料学雑誌 **62**: 258-264.
- 33) 藤井義晴, 渋谷知子, 安田 環 (1991), 置換栽培法によるムクナ (*Mucuna pruriens*) の混植トウモロコシ, インゲンとの共栄関係の示唆. 日本土壤肥料学雑誌 **62**: 363-370.
- 34) 藤井義晴 (1989), 他感物質利用による雑草防除. 農業および園芸 **64**: 177-182.
- 35) 藤井義晴, 大谷 卓, 渋谷知子, 安田 環 (1988), ムクナ (*Stizolobium deeringianum*) の土壌すき込みによる他感作用の発現. 日本土壤肥料学会講演要旨集 **34**, p.86.

- 36) 藤井義晴, 渋谷知子, 宇佐美洋三 (1991), ムクナの栽培跡地における雑草発生状況と他感作用の関与. 雑草研究 **36**: 43-49.
- 37) Y. Fujii, *et al.* (1991), L-3,4-Dihydroxyphenylalanine as an Allelochemical Candidate from *Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis*. *Agric. Biol. Chem.* **55**: 617-618.
- 38) 藤井義晴 (1988), ムクナに含まれるドーパとアレロパシー. 化学と生物 **26**: 621-622.
- 39) 藤井義晴 (1994), アレロパシー検定法の確立とムクナに含まれる作用物質 L-DOPA の機能. 農業環境技術研究所報告 **10**: 115-218.
- 40) Y. Fujii (1999), Allelopathy of Velvetbean, Determination and Identification of Allelopathic Substances. H. G. Cutler and S. Cutler (Eds), *Biologically Active Natural Products: Agrochemicals*, CRC Press, pp. 33-47.
- 41) Y. Fujii (2000), Allelopathy in *Vicia*, *Mucuna* and related legume species. K. Oono, D. Vaughan, N. Tomooka, A. Kaga and S. Miyazaki (Eds), *Wild Legumes*, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, pp. 191-204.
- 42) Y. Fujii, *et al.* (1992), Allelopathy of velvetbean: Its discrimination and identification of L-DOPA as a candidate of allelopathic substances. *Japan Agricultural Research Quarterly* **25**: 238-247.
- 43) Y. Fujii (2003), Allelopathy in the natural and agricultural ecosystems and isolation of potent allelochemicals from Velvet bean (*Mucuna pruriens*) and Hairy Vetch (*Vicia villosa*). *Biological Science in Space* **17**: 6-13.
- 44) 藤井義晴, 古川 衛, 早川嘉彦, 菅原和夫, 渋谷知子 (1991), 発芽・生育試験による薬用植物からの他感作用候補植物の検索. 雑草研究 **36**: 36-42.
- 45) 藤井義晴 (2022), 復活してほしい八升豆. 望星 12 月号, p. 8.
- 46) 飯島久美子 (2009), ハッシュウマメの調理特性に関する研究. お茶の水女子大大学院 博士学位論文 (博甲第 625 号), pp. 1-169.
- 47) 飯島久美子, 奥山綾子, 早川和那, 藤井義晴, 香西みどり (2009), ムクナ属マメの調理性に関する研究 (第一報) 煮豆としての浸漬・加熱条件. 日本調理科学会誌 **42**: 93-101.
- 48) 飯島久美子, 川杉まい, 藤井義晴, 香西みどり (2012), 調理によるムクナ属マメの一般成分および L-DOPA の変化. 日本調理科学会誌 **45**: 438-446.
- 49) 中嶋直子, 平舘俊太郎, 藤井義晴 (1999), L-3,4-Dihydroxyphenylalanine (L-DOPA) によるキュウリ幼植物の生育阻害作用の特性. 雑草研究 **44**: 132-138.
- 50) E. Nishihara, M. M. Parvez, H. Araya and Y. Fujii (2004), Germination growth response of different plant species to the allelochemical L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA). *Plant Growth Regul.* **42**: 181-189.
- 51) A. Golisz, M. Sugano, S. Hiradate and Y. Fujii (2011), Microarray analysis of *Arabidopsis* plants in response to allelochemical L-DOPA. *Planta* **233**: 231-240.
- 52) K. Tomita-Yokotani, Y. Fujii, H. Hashimoto and M. Yamashita (2003), Reduced allelopathic inhibition of lettuce (*Lactuca sativa*) growth caused by velvet bean (*Mucuna pruriens*) under 3D-clinorotation. *Biological Science in Space* **17**: 14-17.
- 53) S. Hiradate, A. Furubayashi and Y. Fujii (2005), Changes in chemical structure and biological activity of L-DOPA as influenced by an Andosol and its components. *Soil Sci. Plant Nutr.* **51**: 477-484.
- 54) A. Furubayashi, S. Hiradate and Y. Fujii (2007), Role of catechol structure in the adsorption and transformation reactions of L-DOPA in soils. *J. Chem. Ecol.* **33**: 239-250.
- 55) S. Hiradate, K. Ohse, A. Furubayashi and Y. Fujii (2010), Quantitative evaluation of allelopathic potentials in Soils: total activity approach. *Weed Sci.* **58**: 258-264.
- 56) S. Ibe, Y. Fujii and K. Otobe (2012), Evaluation of the in vivo antioxidant activity of *Mucuna pruriens* DC. var. *utilis* by using *Caenorhabditis elegans*. *Food Sci. Technol. Res.* **18**: 227-233.
- 57) S. F. Taghizadeh, M. Azizi, J. Asili, F. S. Madarshahi, H. Rakhshandeh and Y. Fujii (2021), Therapeutic peptides of *Mucuna pruriens* L., Anti - genotoxic molecules against human hepatocellular carcinoma and hepatitis C virus. *Food Science & Nutrition* **9**: 2908-2914.
- 58) 藤井義晴 (2016) パーキンソン病の人たちが注目したムクナ豆は L-ドーパをもっとも多く含む植物. 健康 **41**(7): 138-139.
- 59) 理化学研究所研究成果 (プレスリリース) (2024), ドーパミンによるアミロイド β 分解機構の発見ーアミロイド β を標的とした新規治療法の開発に貢献ー. 2024 年 8 月 7 日 発表 [https://www.riken.jp/press/2024/20240807_1/index.html].
- 60) 藤井義晴 (2024), ハッシュウマメ (ムクナ豆) の機能性と利用. 日本食品安全協会誌 **19**: 287-298.