

中高生と連携した宮崎県北部山地における
アズキ在来品種およびツルアズキの探索

宮崎大学 地域資源創成学部

近藤 友大

高千穂郷・椎葉山地域では、かつて焼畑が最も重要な農業形態であった（前田 1997）。地域内でも多少の違いはあるが、主食であるヒエなどの雑穀とアズキ・ダイズなどのマメ科作物とソバなどを輪作し3-4年ほど作付けしたのちに30年程度の休閑に戻す（前田 1997, 藤原 1998）。アズキは、主食であるヒエに次いで高頻度かつ大きな面積で栽培されていた（椎葉・内海 2010, 2011）。また2018年の調査によって、アズキが栽培できないような痩せ地では、ツルアズキ（当地域では、ブンズまたはブンドウと呼称される）が栽培され、アズキの代用品や増量剤として利用されていたことが明らかになった（近藤・早川, 2020）。

当地域において、アズキおよびツルアズキは焼畑作物であったため、焼畑が失われるにしたがって、失われつつある。アズキに関しては、各家庭で自家消費用に小規模に栽培されているか、道の駅などの直売所で小規模に販売されている程度である。ツルアズキは、2018年にエスケープと思われる個体を諸塚村家代地区で発見した以外には報告がなく、栽培は確認できていない。これらは、当地域の環境や嗜好性によって選抜されてきた、いわゆる在来系統であり、一度失われると二度と取り戻すことは出来ない。これらを保存するためには、まずどのような系統がどこで栽培されているか、さらには生育特性を記録することが必要である。

そこで、2018年に続き2019年も在来系統のアズキとツルアズキを探索し、栽培または自生している位置を記録し、それぞれの種子の大きさ、早晚性を調査した。圃場にまで行けた場合は、アズキ在来系統およびツルアズキの栽培方法や利用方法についても調査した。調査結果は2018年、2019年をまとめて報告する。また、ツルアズキや焼畑で栽培されていたアズキは、貧栄養でも栽培可能との情報があったので、ツルアズキと焼畑で採種したアズキのリン欠乏土壌における生育特性を合わせて調査した。

【実験方法】

1 ツルアズキとアズキの探索

1-1 既存調査による情報を用いた訪問調査

2017年度までの予備調査、集落アンケート（早川・芦田, 2017）、2018年度の調査（近藤・早川, 2020）をもとに、アズキ在来系統が栽培されている集落、ツルアズキの自生や採種のある集落を訪問し、調査をおこなった。聞き取り内容は、現在と過去のアズキおよびツルアズキの栽培状況や食事や祭礼等への利用方法についてである。また許可を得て、種子を譲渡していただいた。

1-2 道の駅・直売所等における探索調査

道の駅や直売所でアズキを購入した。購入種子で商品ラベルにより生産者・製造者の位置が確認できる場合はこれを記録した。また可能な場合は、当該店舗におけるアズキ生産者の数や持ち込み時期について聞き取りをおこなった。

1-3 中高生および自治体を通じた探索調査

当地域の中高生に、在来アズキおよびツルアズキの探索に関して協力を依頼した5町村の教育委員会に依頼し、全中学生に在来アズキの調査協力のチラシを配布した（図1）。さらに、日之影中学校の協力を得て、『日之影中学校だより』にツルアズキの探索に関する記事（図2）を掲載し、日之影町の全戸に配布した。高千穂高校と五ヶ瀬中等教育学校では、計4回在来アズキとツルアズキに関する講義をおこない、調査協力を依頼した。

この地域にしかない
「伝統あずき」を発掘しよう!

そこらへんの畑に生えているアズキ、実はここにしかない大切なモノなんです。高千穂郷椎葉山地域で栽培されているアズキは先祖代々、毎年種を継ぎながら栽培されてきた、「在来品種」といわれるものです。この地域では、長い年月を経て、気候やここに在り人々の好みに適した、伝統的なアズキが作られてきました。しかし、難産しやすい「近代品種」が全国で栽培され、伝統アズキは失われつつあります。そこで私たちは、この地域の伝統的なアズキを探しています。この地域に住む皆さんにその手助けをしてもらいたいと思っています。

宮崎大学では、気候や地元の文化と連携して伝統アズキの調査・探究プロジェクトを進めています。伝統アズキを発見するには、この地域で生まれ育った皆さんの力が不可欠です。伝統アズキや地元の農業文化に少しでも興味を持ったら、このプロジェクトに参加してみませんか？
必要なのは好奇心だけ。連絡は、担任の先生に相談し受付けをさせていただきます。

この探究プロジェクトの代表者
宮崎大学地域資源創成学部・志保文大、博士（農学）

図1 中学生へアズキ探索の依頼チラシ

ツルアズキ（ブンズ）を探しています！

先日、宮崎大学・地域資源創成学部の志保文大先生（農学博士）が日之影に来られました。アズキの在来品種である「ツルアズキ」（ブンズ、ブン豆とも呼ばれる）を探しているそうです。ツルアズキは、古来から西日村や椎葉、諸塚などで栽培されていたようですが、品種改良後の現在のアズキが全国で栽培されるようになり、伝統的なアズキが失われつつあることから、その調査を行っているそうです。本校の中学生の中にもこの調査にご参加・協力している生徒がいます。もし、次の①・②のような情報を知っている方がおられましたら、ぜひ中学校（校長）までお知らせくださいますようお願いいたします。 [日之影中学校 電話番号 7-2839]

- ① ツルアズキが生えている場所を知っている。
- ② 以前、ツルアズキを栽培していた（または栽培していた人を知っている）。

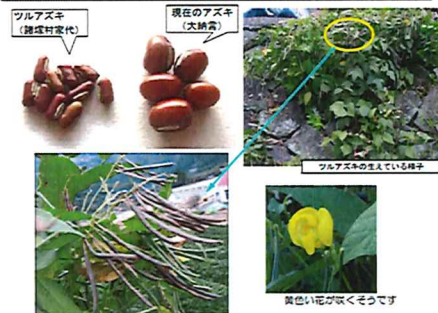


図2 日之影中学校たよりの記事

2 アズキとツルアズキのリン欠乏土壌における生育特性に関する試験

宮崎大学のビニル温室において 1/5000-a のワグネルポットを用い、ツルアズキ、椎葉村の焼畑で採取したアズキ（以下焼畑アズキ）、アズキ品種‘タンバダイナゴン’（以下大納言）を、2019年6月21日から11月2日まで栽培した。高千穂郷・椎葉山地域では、しばしば大納言の栽培がみられるので、これを対照とした。なお、ツルアズキ、焼畑アズキは品種ではないが、本稿では便宜上品種と表記した。

栽培に用いた土壌は、宮崎県椎葉村日添地区の2017年8月3日に火入れした場所の表層10cmから2019年6月1日に採取した。採取土壌は黒ボク土である（農研機構農業環境変動研究センター, 2019）。採取した土壌を3cmの篩にかけた後よく攪拌し供試土壌とした。6月21日によく充実した種子を選び、1鉢あたり1粒ずつ播種した。ツルアズキはつる性なので、鉢に立てた3本の支柱に巻き付けるようにして栽培した。3品種とも脇芽を取り1本に仕立てた。

3品種に対して、NとPを施用しない無施肥区、Nを施用するN施肥区、Pを施用するP施肥区の3処理区を設け、計9処理区とした。反復は1処理区あたり6とした。N、Pともに液肥を用いて施用した。NはNH₄NO₃を用いて15mMに、PはKH₂PO₄を用いて2mMに調整した。KはKClを用いて、全処理区8mMに調整した。これらの液肥を6月28日から10月10日まで、週に1回300ml施用した。

8月27日に草丈と葉数を測定した。ツルアズキは最も長いつるの長さを草丈とした。毎日、開花した花にタグをつけ、開花期間終了時にタグを数えることで個体あたりの開花数を算出した。緑色から褐色に変化し、硬くなった莢から順次収穫し莢数、種子数を数えた。収穫した莢は自然乾燥させた後に、乾燥後の種子重を測定し、収穫種子重とした。収穫種子重と総種子数から1粒重を算出した。7月24日に上部から3-4枚目の葉を採取し、葉内

N, P 含量を測定した。すべての収穫が終了した 11 月 2 日に無施肥区の鉢全体の土壌を採集し、風乾後に 2 mm の篩にかけ、可給態 P 含量としてトルオーグ法およびブレイ 2 法により抽出し測定した。

【実験結果および考察】

1 ツルアズキとアズキの探索

1-1 ツルアズキ

諸塚村家代地区の茶園の石垣に自生しているツルアズキを 2018 年に発見し、さらに 2019 年に日之影町松の内地区、五ヶ瀬町倉本地区、椎葉村尾手納地区で、畑の畔に自生している個体を発見した（図 3）。諸塚、日之影、五ヶ瀬の種皮色は赤のみだったが、椎葉村の種皮色は赤と黄色と、その中間色が混在していた（図 4）。100 粒重は 4.2-7.0 g だった（表 1）。諸塚村のツルアズキは採種されていなかったが、2019 年に見つけた 3ヶ所のツルアズキは採種されていた。いずれも、播種はしていなかった。採種している 3ヶ所では、ツルアズキが自生していた場合は、意識的に刈らずに残すとのことであった。

ツルアズキの採種をおこなっている 3ヶ所に加えて、2018-19 年に、日之影町内の 5ヶ所、椎葉村の 2ヶ所でツルアズキに関する聞き取り調査をおこなった。すべての地点で共通して、焼畑で栽培されており、痩せ地でも収穫可能であるとの情報を得た。焼畑でアズキ、ダイズを栽培した後の 5 作目に栽培したとの証言もあった。また、味はアズキに劣り、アズキの代用品や増量剤として、ぜんざい、アンコ、赤飯として利用されという情報もすべての地点で共通していた。椎葉村松尾地区では、ツルアズキから味噌を作っていた時期があるとのことであった。椎葉村松尾地区・尾手納地区、五ヶ瀬町倉本地区では、種皮色が赤と黄色と両方あったとのことであった。一方で、日之影町松の内集落では、赤色のみとのことであった。椎葉村の他の地域では種皮色について聞き取りはおこなっていない。また、すべての地点で聞き取りができたわけではないが、裂莢性の有無も地域によって異なっていた。したがって、遺伝的に異なるものを栽培している可能性が高い。

1-2 アズキ

当地域で栽培されているアズキを、表 1 に示した。また、100 粒重が 10 g 未満のものを小粒、10 g 以上のものを大粒として図 5 に示した。大粒の一部には、大納言も含まれている。小粒の多くは、お盆過ぎから 9 月中旬に、直売所・道の駅で販売されていた。日之影町小原地区・鹿川地区、椎葉村松尾地区では、ワサ（早生）やボノアズキ（盆のアズキ）と呼称し、8 月末-9 月中旬に収穫していた。大粒は、10 月以降に販売されていた。大粒は、日之影町小原地区・鹿川地区・追川上地区、椎葉村松尾地区・日添地区では、9 月中旬-10 月中旬に収穫していた。図 5 をみると、5 町村の東部は小粒を、西部は大粒を栽培していることが分かる。また、延岡市の道の駅北方よっちみろ屋、日向市の道の駅とうごうで販売されるアズキは、2018・19 年に確認ができたものは、すべてが小粒であった。小粒の種子を椎葉村で栽培しても育たなかったとの証言もあり、5 町村の西部は小粒の栽培不適地の可能性がある。今後、各地の気温や降水量と、小粒・大粒の栽培特性を明らかにする必要がある。

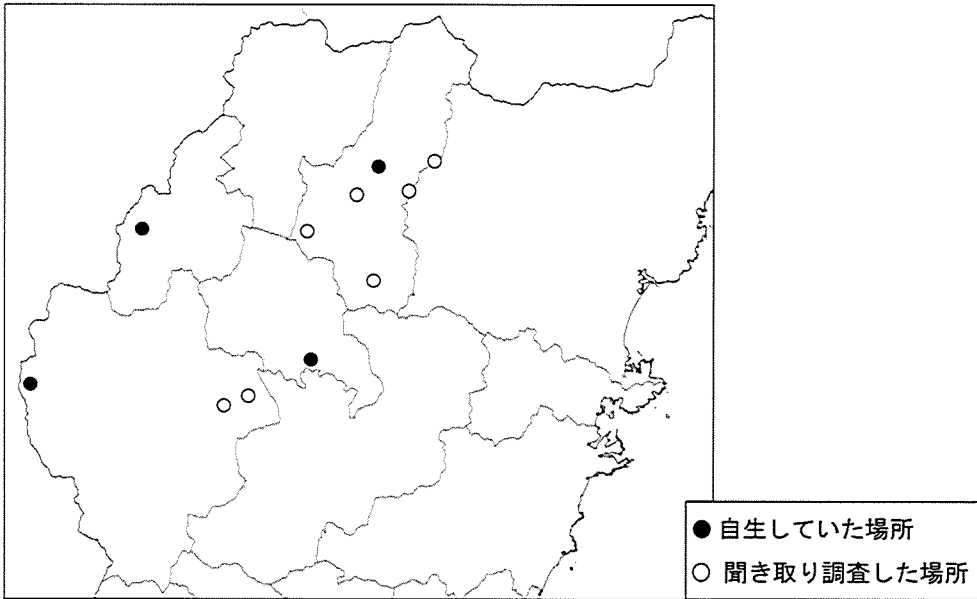


図3 ツルアズキの自生していた場所および聞き取り調査をおこなった場所

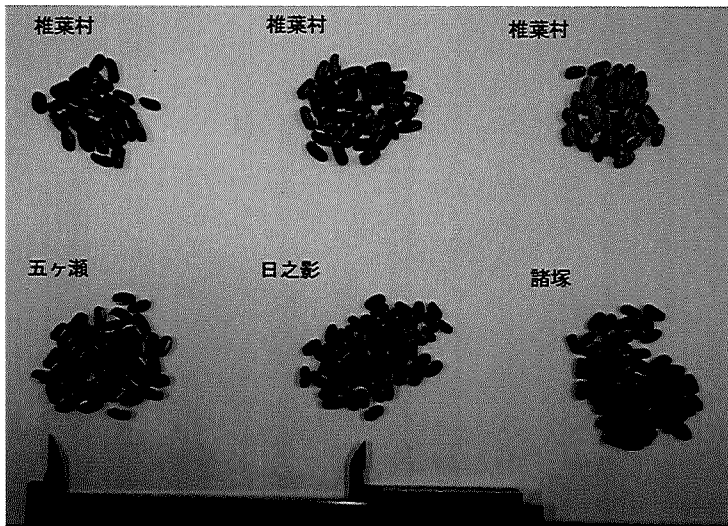


図4 ツルアズキの種子

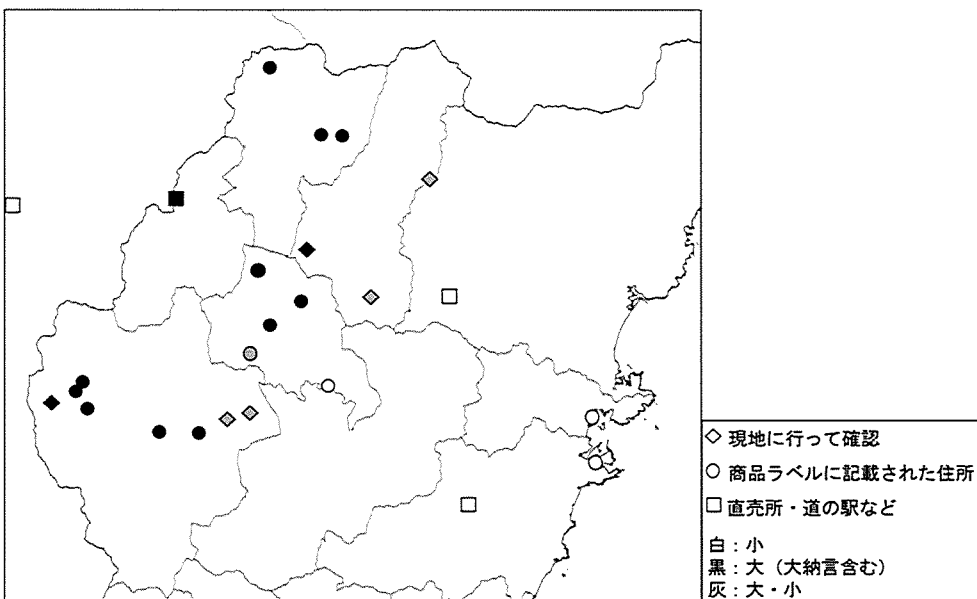


図5 アズキの栽培場所、商品ラベルに記載された地点、直売所・道の駅の場所

表1 2018-19年に入手したツルアズキおよびアズキの基礎的情報

種	栽培・自生場所	購入場所	100粒重	呼称/商品ラベル表示	収穫時期	出荷日	種皮色
ツルアズキ	日之影松の内	—	5.1	ブンズ	10月下旬	—	赤
	五ヶ瀬倉本	—	5.9	ブンズ	不明	—	赤
	諸塚村家代	—	4.2		10月中旬	—	赤
	椎葉村尾手納	—	5.9	ブンドウ	不明	—	赤
	椎葉村尾手納	—	6.1	ブンドウ	不明	—	褐色
	椎葉村尾手納	—	7.0	ブンドウ	不明	—	黄
アズキ	日之影町鹿川	—	5.3	フサ（早生）	8月中旬	—	赤
	日之影町小原	—	7.8	フサ（早生）	8月上旬	—	赤
	日之影町小原	—	10.1	晩生/中生	9月中旬	—	赤
	日之影町道川上	—	16.6	ハダケアズキ	10月中旬	—	赤
	高千穂町岩戸	道の駅高千穂	16.7	小豆	不明	2019/11/30	赤
	高千穂町岩戸	高千穂がまだせ市場	17.1	小豆	不明	2019/12/9	赤
	高千穂町五ヶ所	高千穂がまだせ市場	20.1	大納言	不明	不明	赤
	五ヶ瀬町	特産センターごかせ	11.3	小豆	不明	2019/10/8	赤
	五ヶ瀬町	特産センターごかせ	13.5	小豆	不明	不明	赤
	五ヶ瀬町	特産センターごかせ	14.9	小豆	不明	2019/12/12	赤
	五ヶ瀬町	特産センターごかせ	24.0	小豆	不明	2019/12/8	赤
	諸塚村家代	もろっこほうす	5.9	小豆	不明	2018/8/1	赤
	諸塚村家代	もろっこほうす	6.9	小豆	不明	2019/9/14	赤
	諸塚村川内	もろっこほうす	9.4	小豆（小粒）	不明	2019/9/9	赤
	諸塚村川内	八菜館ひゅうが店	14.1	小豆	不明	2019/12/9	赤
	諸塚村下福良	鶴富屋敷	14.2	小豆	不明	2019/12/12 購入	赤
	諸塚村飯干	もろっこほうす	16.1	小豆	不明	2019/12/4	赤
	諸塚村七ツ山	八菜館ひゅうが店	16.7	大納言	不明	2019/12/12	赤
	諸塚村七ツ山	もろっこほうす	17.3	小豆	不明	2019/12/3	赤
	椎葉村松尾	—	8.0	ボノアズキ	8月中旬	—	赤
	椎葉村松尾	—	8.1		不明	—	赤
	椎葉村不土野	宮崎市内	11.7	小豆	不明	不明	赤
	椎葉村夜狩内	—	14.1		不明	—	赤
	椎葉村日添	—	16.3	アズキ	10月上旬	—	赤
	椎葉村不土野	八菜館しいば店	16.3	小豆	不明	2019/12/12 購入	赤
	椎葉村下福良	八菜館ひゅうが店	19.4	小豆	不明	2019/12/8	赤
	椎葉村不土野	椎葉村物産センター	19.4	あずき	不明	不明	赤
	延岡市北方町	道の駅北方よっちみる屋	6.0	地小豆（真）	不明	2018/9/18	赤
	延岡市北方町	道の駅北方よっちみる屋	6.0	小豆	不明	2019/8/29	赤
	延岡市北方町	道の駅北方よっちみる屋	6.7	小豆	不明	2018/7/30	赤
	延岡市北方町	道の駅北方よっちみる屋	6.7	小豆	不明	2018/9/11	赤
	延岡市北方町	道の駅北方よっちみる屋	7.2	小豆	不明	不明	赤
	延岡市北方町	道の駅北方よっちみる屋	7.7	小豆	不明	不明	赤
	延岡市北方町	道の駅北方よっちみる屋	8.4	小豆	不明	2018/9/17	赤
	延岡市北方町	道の駅北方よっちみる屋	8.5	小豆	不明	2019/8/30	赤
	日向市	道の駅とうごう	5.9	小豆	不明	不明	赤
日向市富島	八菜館ひゅうが店	6.5	あずき	不明	不明	赤	
日向市	八菜館ひゅうが店	8.5	あずき	不明	2019/12/6	赤	
門川町城屋敷	八菜館ひゅうが店	6.7	地小豆	不明	2019/12/7	赤	
熊本県山都町	道の駅通潤橋	8.2	小豆	不明	2019/12/9	赤	

譲渡してもらった種子の購入場所および出荷日は — と表記した。

2 アズキとツルアズキのリン欠乏土壌における生育特性に関する試験

草丈には、施肥と品種の交互作用はなかった（表 2）。草丈には施肥による影響はなかった。ツルアズキが他の 2 品種より高かったが、これはツルアズキがつる性であることによる。葉数は交互作用が有意だった。大納言のみ N, P 施肥によって葉数が増加した。開花数に関して、施肥と品種の交互作用はなく、施肥による影響もなかった。ツルアズキの開花数は他の 2 品種よりも多かった。莢数に関しては、交互作用が有意であった。ツルアズキは P 施肥によって増加した。焼畑アズキの莢数に施肥による影響はなかった。大納言は N 施肥によって増加した。種子数に関しても交互作用が有意だった。ツルアズキは P 施肥によって種子数が増加した。焼畑アズキは P 施肥により多く、N 施肥により少なくなった。大納言では施肥による有意な増加はなかった。収穫種子重への交互作用はなく、P 施肥により増加した。ツルアズキ、焼畑アズキ、大納言の順に収穫種子重が重かった。葉内 N および P 含量に関して交互作用はなかった。葉内 N 含量は N 施肥により増加し、品種間差はなかった。P 施肥によって葉内 P 含量が増加した。またツルアズキ、焼畑アズキは大納言よりも葉内 P 含量が高かった。無施肥区の栽培後土壌のトルオーグ法による可給態 P 含量には品種間差はないが、ブレイ 2 法による可給態 P 含量は、ツルアズキの栽培後土壌で低かった（表 3）。

無施肥で栽培したツルアズキ、焼畑アズキの葉内 P 含量が、P を施肥して栽培した大納言の葉内 P 含量よりも高かったことは特筆に値する。ツルアズキを栽培した後の土壌の可給態 P 含量を調べると、トルオーグ法で測定した場合にはアズキ 2 品種と差がないが、ブレイ 2 法で測定した場合にはアズキ 2 品種よりも低かった。トルオーグ法では、主に Ca と結合した P を抽出し測定する (Truog, 1930)。ブレイ 2 法では Ca と結合した P に加え、Al や Fe と結合した P の一部、とくに非晶質 Al と結合した無機態 P の一部も抽出し測定する (Bray and Kurtz, 1945)。本実験結果から、ツルアズキが他のアズキ 2 品種よりも、Al や Fe、とくに非晶質 Al と結合した P を可給化する能力に優れることが示唆された。キマメ (大谷ら, 1999) は、P 欠乏土壌において根からの有機酸分泌量が多く、Al や Fe と結合した P を可給化する能力が高い。また一般に、根毛の発達している植物や根量の多い植物はリン吸収能が高い (Baylis, 1970, 1972; Crush, 1974)。ツルアズキの植物体全体の P 吸収量、根の形態観察、根からの有機酸分泌量の測定などを詳細に調査し、P 吸収のメカニズムを明らかにする必要がある。一方で、焼畑アズキの栽培後の土壌の可給態 P 含量は、トルオーグ法、ブレイ 2 法ともに大納言と差はなかったが、葉内 P 含量は高かった。したがって、有機態 P などトルオーグ法、ブレイ 2 法によって評価されていない P を可給化し吸収している可能性がある。シロバナルーピンは、P 欠乏条件で酸性ホスファターゼの分泌量を増やし有機態 P を可給化する (Tadano and Sakai, 1991)。しかし、焼畑アズキの酸性ホスファターゼ分泌量に関する知見は少なく、今後の詳細な調査が望まれる。

3 品種とも、P 施肥によって収穫種子重が増加した。一方で、N 施肥による増加はみられなかった。したがって、火入れ後 3 作目の焼畑土壌で、本試験で用いた 3 品種を栽培する際には、P が制限要因であった。当地域の焼畑で火入れ直後にソバを栽培する際にも、同様に P が制限要因であった (近藤, 2018)。N 施肥による栄養生長および生殖生長の促進は観察されなかった。葉内 N 含量は N 施肥により増加したが、N 施肥をしていない処理区でも、4.0 % だった。アズキの葉内 N 含量は、4.3-5.0 % と報告されている (山内, 1964)。こ

の値よりもやや下回るが、栄養生長や生殖生長が顕著に抑制される葉内 N 含量ではなかったと考えられる。

以上から宮崎県椎葉村で栽培されてきたツルアズキとアズキは N の吸収に関しては、近代品種の大納言と差がなかったが、P の吸収に関しては優れていることが示唆された。とくにツルアズキは Al や Fe と結合した可給態 P を吸収する能力が高いことが示唆された。

表2. 宮崎県椎葉村の焼畑耕地の土壌で栽培したツルアズキ、焼畑アズキ、大納言の生殖生長におよぼすNまたはP施肥の効果。

品種	施肥	草丈 ² (cm)	葉数	開花数	莢数	種子数	収獲 種子重 (g)	葉内ミネラル 含量 (%)	
								N	P
ツルアズキ	-	94.2	62.5 a	38.2	17.7 b	65.3 b	2.4	4.0	0.08
	N	105.3	76.8 a	39.8	18.5 b	69.5 b	3.2	5.0	0.06
	P	107.0	78.8 a	42.7	32.8 a	146.8 a	5.2	3.9	0.13
焼畑アズキ ¹	-	44.8	69.3 a	16.7	13.5 a	23.3 ab	2.2	4.1	0.08
	N	47.0	62.5 a	16.2	13.5 a	19.8 b	2.0	5.0	0.07
	P	50.0	64.0 a	16.3	14.5 a	34.0 a	3.3	4.3	0.14
大納言	-	44.5	40.5 b	11.8	8.3 b	18.7 a	1.7	4.0	0.02
	N	50.0	64.0 a	16.5	12.7 a	20.3 a	2.0	5.0	0.03
	P	53.7	71.5 a	14.8	11.7 ab	24.8 a	2.7	3.9	0.05
平均									
ツルアズキ		102.2 a		40.2 a			3.6 a	4.3 a	0.09 a
焼畑アズキ		47.3 b		16.4 b			2.5 ab	4.5 a	0.09 a
大納言		49.4 b		14.4 b			2.1 b	4.3 a	0.03 b
	-	61.2 a		22.2 a			2.1 b	4.0 b	0.06 b
	N	67.4 a		24.2 a			2.4 b	5.0 a	0.05 b
	P	70.2 a		24.6 a			3.7 a	4.0 b	0.11 a
有意性									
品種		**	**	**	**	**	**	ns	**
施肥		ns	**	ns	**	**	**	*	**
品種×施肥		ns	*	ns	**	**	ns	ns	ns

*, **, nsはそれぞれ2way ANOVAにより、5%水準、1%水準で有意差あり、有意差なし、を示す。同じ列で、施肥処理区間または品種間の異なるアルファベットは、Tukey-Kramerにより5%水準で有意差があることを示す。1: 椎葉村の焼畑で栽培されてきた在来系統のアズキを焼畑アズキとした。2: ツルアズキに関しては、最も長いツルの長さを草丈とした。

表3. ツルアズキ、焼畑アズキ、大納言を栽培した後の土壌の可給態P含量。

品種	可給態P (mg P kg ⁻¹)	
	トルオーグ法	ブレイ2法
ツルアズキ	7.4 a	15.5 b
焼畑アズキ ¹	6.7 a	28.9 a
大納言	6.9 a	25.1 a

同じ列の異なるアルファベットはTukey-Kramerにより5%水準で有意差があることを示す。1: 椎葉村の焼畑で栽培されてきた在来系統のアズキを焼畑アズキとした。

探索の結果、当地域にはツルアズキと在来系統のアズキが存在することが確認された。その一部の生育特性を調べたところ、近代品種と比較してP吸収能に優れていることが示唆された。今後、P吸収能の詳細を明らかにする。今回栽培試験を行っていないものについても生育特性を明らかにすることで、優れた特性を見出すことが出来る可能性がある。

【文献】

- Baylis, G. T. S. 1970. Root hairs and phycomycetous mycorrhizas in phosphorus-deficient soil. *Plant Soil* 33: 713-716.
- Baylis, G. T. S. 1972. Minimum levels of available phosphorus for non-mycorrhizal plants. *Plant Soil* 36: 233-234.
- Bray, R. H. and L. T. Kurtz 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Crush, J. R. 1974. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza VII. Growth and nodulation of some herbage legumes. *New Phytol.* 73: 743-749.
- 藤原宏志 1998. 焼畑の里を訪ねる. 『稲作の起源を探る』 岩波書店 (東京) pp. 84-112.
- 前田博仁 1997. 焼畑を中心とする山の暮らし. 『江戸時代人づくり風土紀 45 宮崎』 農山漁村文化協会 (東京) pp. 195-201.
- 農研機構 農業環境変動研究センター 2019. 土壌図. [Online] <https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/figure.html> (browsed on May 18, 2020)
- 近藤友大 2018. 椎葉村日添地区の焼畑における火入れの有無がソバの生育におよぼす影響. *日本土肥学会講演要旨集* 64: 106.
- 近藤友大, 早川公 2020. 宮崎県高千穂郷椎葉山地域の在来アズキおよびツルアズキの探索. *豆類時報* 98: 13-17.
- 大谷卓・阿江教治・山縣真人 1999. 黒ボク土中のリン酸に対するキマメおよびラッカセイの特異的吸収・利用機構. *農環研報.* 17: 55-123.
- 椎葉康喜・内海泰弘 2010. 宮崎県椎葉村大河内地区における焼畑農業. *九大演報.* 91: 34-39.
- 椎葉康喜・内海泰弘 2011. 宮崎県椎葉村大河内地区における焼畑作物. *九大演報.* 92: 24-32.
- Tadano, T. and H. Sakai 1991. Secretion of acid phosphatase by the roots of several crop species under phosphorus-deficit conditions. *Soil Sci. Plant Nutr.* 37: 129-140.
- Truog, E. 1930. The determination of the readily available phosphorus of soil. *J. Am. Soc. Agron.* 22: 874-882.
- 山内益夫 1964. 小豆の無機栄養に関する調査 第2報 主茎各葉位別葉の生育調査と窒素, 燐酸, 加里の行動について. *北海道立農業試験場集報.* 2: 68-79.
- 早川公・芦田裕介. 2017. 社会組織: GIAHS 地域における集落社会基盤・地域資源の概況把握. *世界農業遺産高千穂郷・椎葉山地域に関する研究報告書.* 41-54.