

エンバク

エンバク（燕麦）はイネ科カラスムギ属に属する 1 年生草本植物。種子は 2 個の護穎を有し、護穎が開いた状態ではツバメの尾翼と似ているため、燕麦（エンバク）と呼ばれる由来である。

原産地は地中海沿岸から中央アジアまでの一帯で、現在でもこの地方には野草型のエンバクが広く分布している。紀元前 3000 年頃から中央ヨーロッパを中心に栽培し始めたと言われ、その後も主にヨーロッパに栽培されている。本邦には明治時代初期に導入され、馬の飼料、特に軍馬の飼料として特に北海道に栽培された。子実の収量と食感などの理由で食糧としてほとんど利用されなかったが、21 世紀に入ってから低カロリーと多繊維の健康食品としてエンバクの入った食品が国内で広く流通するようになった。

エンバクは二倍体のサンドオート (*Avena strigosa*) と六倍体の普通エンバク (*Avena sativa*) に分けられる。二倍体のサンドオートは中央アジアからイスラエル、トルコ、ギリシャ、イタリアの地中海沿岸、イベリア半島とアルジェリア、モロッコの大西洋岸にかけて分布する野生種に起源される。六倍体の普通エンバクはオニカラスムギまたはカラスムギの近縁種で、野生種がまだ発見されていない。

エンバクの子実穀物として扱われ、主に家畜飼料として使うが、オートミールなどにして食用になることも多い。FAO（国連食糧農業機関）の統計データによれば、2021 年世界の子実用エンバク栽培面積 956 万ヘクタール、子実収穫量が 2257 万トン、穀物としては 6 番目で、最大の生産国はロシアである。ほかに青刈草や飼料サイレージ、緑肥としても栽培される。本邦では主にサイレージと緑肥を目的にして栽培される。

通常、子実用エンバクは子実がやや大きく、収量の多い六倍体の普通エンバクを栽培する。緑肥と飼料用サイレージは生長が早く、分げつが多く、草丈が高く、粗有機物生産量が多い二倍体のサンドオートを栽培する。ただし、例外もある。

エンバクは冷涼の環境を好むが、耐寒性がやや弱く、栽培期間が短いので、早春と早秋の栽培に適する。茎葉が柔らかく、踏み付けられても生育に与える影響が少なく、すき込んだ後の分解が早いため、土壌流出防止と水分保持、土壌改良などの目的で、野菜畑やコンニャク畑に播いて、生長させ、リビングマルチとして地表を覆わせる緑肥として適している。ただし、草丈が低く、粗大有機物の生産量がオオムギより多いが、ソルガムなどに比べ、見劣ることが避けられない。

本篇は主に緑肥用エンバクの栽培管理を解説する。飼料サイレージ用エンバクの栽培管理については簡単な提起に留まる。

一、緑肥としてのエンバクの利用法

エンバクは緑肥として、主に下記の目的で利用される。

1. 地面を覆うことにより土壌浸食と雑草生育が抑制される

エンバクは冷涼の環境でも生育できるので、春季と秋季のリビングマルチとして、強風による表土の飛散や降雨による表土の流失を防ぐことができる。また、雑草種子の発芽や生育を抑制する効果もある。草丈が高く（90～120cm）、耐倒伏性と耐湿性が強く、野菜畑やコンニャク畑、冬季休耕水田には土壌侵食の防止や雑草生育抑制としての効果がオオムギより適している。ただし、エンバクは一定の日照が必要で、日陰のところに生育が悪いので、果樹園のリビングマルチとしては不適である。

また、エンバクは夏に枯れてしまうが、枯れた茎葉が土壌表面を覆い、土壌侵食防止と雑草生育抑制の効果が続けられる。ただし、エンバクの種が飛散しやすく、発芽力も高いので、成熟した子実を収穫せず、枯れた茎葉をリビングマルチとして継続させた場合は雑草化されてしまう恐れがある。この場合はオオムギを使った方が良い。

図1はコンニャク畑、図2はカボチャ畑にリビングマルチとして栽培されているエンバクの写真である。



図1. コンニャク畑に栽培されているエンバク
(ぜいたく庵より引用)



図2. カボチャ畑のエンバクリビングマルチ
(はなあふより引用)

2. 輪作の一環として、土壌病害や線虫を抑制する

エンバクは生育が早く、茎葉の分解・腐熟が早く、早春または晩夏・初秋に前作が収穫した後に栽培して、40～60日後に出穂してからすき込むことで、次作の栽培を妨害しない。連作に組み込むことで土壌病害の軽減につながる。特にエンバクはサツマイモネコブセンチュウやキタネコブセンチュウの土壌線虫類に高い抑制効果があり、露地野菜や大豆など畑作物の前作に適する。

3. 圃場の残肥と難溶性養分を吸収し、土に戻して再利用される

エンバクは養分吸収能力が非常に強く、特に窒素と加里の吸収量が多い。圃場に残されていた前作の未利用の肥料を吸収して、養分の流失や溶脱を免れる。また、根から分泌された根酸により、土壌に固定されている難溶性りん酸を溶解・吸収する。すき込みにより吸収さ

れた養分が再び可利用態となって土に戻る。

4. 土壌に集積した塩類や重金属汚染物を除去する

エンバクは養分吸収能力が非常に強く、塩類集積が発生した圃場に栽培する場合は、土壌から多くの無機塩類を吸収する。生長した茎葉を刈取り、圃場から持ち出すことで塩類を除去することができる。また、重金属汚染地に栽培することで、重金属を吸収・除去することができるという研究報告がある。

5. 圃場のドリフトガードとして、農薬飛散などを防止する

エンバクの草丈が 90～120cm もあり、分げつが多く、茎葉が密集して、隔離性が高いので、草丈の低い野菜やダイズ畑などにドリフトガードとして栽培することで、農薬飛散などを防止することができる。

二、エンバクの生育ステージ

エンバクの生育ステージは主に萌芽期、幼苗期、茎立ち期、幼穂形成期、出穂開花期、登熟期、成熟期に分けられる。緑肥として栽培される場合は、出穂開花期にすき込みを行い、飼料サイレージを利用する場合は登熟期に収穫する。図 3 はエンバクの生育ステージを示す。

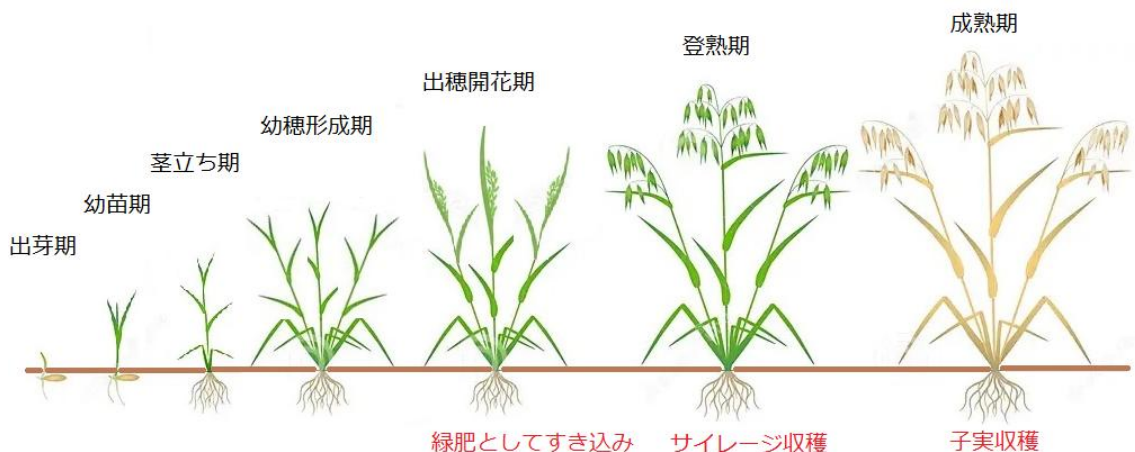


図 3. エンバクの生育ステージ

エンバクは耐寒性が高くないため、寒冷地では凍害を受けて、冬を越せないことが多い。そのために、子実用のエンバクは生育期間を確保するために温暖な土地では秋播き、寒冷地では春播きを行うことが通例である。一方、緑肥用エンバクは栽培期間が短いので、春播きは主に野菜畑の輪作、コンニャク畑の雑草抑制と表土流失防止のために、秋播き（晩夏播きを含む）は大豆や水稻の収穫後の休閑期に利用される。

エンバクの発芽温度は 5～35℃ と幅が広いが、最適発芽温度が 10～25℃ である。30℃ を

超えた高温では発芽が阻害され、不揃いになりやすい。通常、5～25℃の環境では播種して5～13日後に発芽し、苗が地面に出る。気温が高いほど発芽までの必要な日数が短くなる。

発芽後の幼苗期は大体3～5枚葉が出て、草丈10～20cmになってから茎立ち期に入る。

茎立ち期には多くの分げつが発生する。茎立ち期に発生した茎は全て穂になるとは限らず、初期に発生して栄養条件などの良好な茎だけが穂になる。大体茎立ち期の中～後期に発生した茎は穂にならず、生育期間中に発生した茎の半分以上が無効分げつとなる。なお、茎立ち期の中～後期に有効分げつの茎の中に幼穂を形成し始める。ただし、緑肥と飼料サイレージでは穂数が重要ではないので、むしろ分げつ数と発生した茎の伸長が重視される。

幼穂が形成すると、減数分裂が始まり、穂が孕む。この間に分げつが続き、茎が伸びて新葉も発生する。幼穂形成期と穂孕み期を併せると約20～25日である。その後、茎の先端に穂が伸びて、出穂開花期に入る。通常、すき込みはこの時期に行う。現有品種では真夏を除き、平均気温が5～20℃の気象条件下に発芽後の日平均気温の積算が約550～600℃で出穂期に到達する。

出穂開花期は約10日続く。開花・受精後、登熟期に入り、子実の充実に努める。登熟期はさらに水熟、乳熟、糊熟、黄熟に分けられる。サイレージを目的として栽培する場合は、出穂期から25～30日後、乳熟の後期～糊熟に到達してから収穫する。

黄熟期以降は茎幹内の貯蔵養分がほぼ全部子実に移転し、茎葉が黄色となり、成熟期に入り、子実の収穫が可能となる。大体出穂してから約35～40日後に収穫する。成熟期を過ぎた株が立ち枯れて、死んでしまう。

本邦では、緑肥用の品種と播種時期により播種してからすき込みまでの栽培日数が45～70日である。

三、 緑肥としてのエンバク栽培の主な農作業

通常、緑肥用エンバクは生育が早く、すき込み後の分解も早いなどの特徴があり、野菜畑やコンニャク畑、収穫後の水田に栽培されることが多い。特に野菜畑やコンニャク畑にはリビングマルチとして線虫被害の軽減、表土の流失防止と雑草の生育抑制を利用することが多い。

エンバクは緑肥として栽培する場合の農作業はその作業順で主に畑の耕起と整地、基肥施用、播種、病害虫と雑草防除、すき込みである。図4は緑肥用エンバクの栽培暦である。

北海道と北東北の寒冷地では、夏秋が短く、冬が厳しいので、エンバクは越冬できず、秋播きが不適である。春播きは雪解け後の4月下旬～6月下旬に播種して、7月下旬～10月上旬に出穂開花期に到達してからすき込みを行う。

南東北から東海・北陸地域までの中間地域では、春播き栽培は平均気温が10℃を超えた3月上旬～5月下旬に播種を行い、50～70日後の5月上旬～7月末に出穂開花してからすき込みを行う。晩夏播きを含む秋播き栽培は8月下旬～10月上旬に播種を行い、気温の高い初秋～仲秋を利用して、40～60日後に出穂開花期に到達して、年内にすき込みを行う。

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
寒冷地	春播き				播種	播種			すき込み				
中間地	春播き			播種	播種	すき込み							
	秋播き								播種	播種	すき込み		
温暖地	春播き		播種	播種	すき込み								
	秋播き								播種	播種	すき込み		

図 4. 緑肥用エンバクの栽培暦

四国と九州の暖地では、春播き栽培は平均気温が 10℃を超えた 2 月下旬～5 月上旬に播種を行い、50～70 日後の 4 月下旬～7 月上旬に出穂開花期になってからすき込みを行う。晩夏播きを含む秋播き栽培は 8 月下旬～10 月下旬に播種を行い、40～60 日後に出穂開花期に到達して、年内にすき込みを行う。

一方、飼料サイレージを目的とする場合は、中間地と温暖地の春播きは 3～4 月、冷涼地の春播きは 4～6 月に播種を行い、出穂開花してから 20～30 日後に子実の乳熟期後期～糊熟期に到達してから刈り取る。中間地と温暖地の秋播きは 8 月下旬～9 月に播種を行い、出穂開花してから 20～30 日後の 11 月に刈り取る。

以下はエンバク栽培の具体的な農作業を説明する。

1. 耕起と整地

耕起とは畑の土を耕し、栽培に適した大きさの土塊にして、耕作土層を作る作業である。耕起は前作物の残渣を土の中にすき込んで腐熟を促進させることや土の中に空気を入れて乾燥を促進し、有機態窒素を無機化させる等の役割もある。整地とは耕起された土塊をさらに細かく砕き、播種や定植に適する状態にする作業である。

畑の耕起と整地作業に下記の注意事項がある。

- ① 土壤水分が多すぎると、耕起した土塊が大きく、整地の際に土を細かく砕きにくく、作業効率が悪くなるので、必ず畑が乾燥の状態で耕起作業を行う。特に水田に栽培する場合は、水稻を刈り取った後、速やかに乾田にする。
- ② 耕起深度（耕深）が 15～20cm 程度を目安に行う。耕深が浅過ぎるエンバクの根はりが劣り、乾燥に弱く、生育が悪くなる。また、前作の残渣物が土の表面に露出しやすいなどの問題も発生する。耕深が深すぎると耕起効率が低下する。
- ③ 整地を通じて土を細かく砕いておくと、播種した種が土との接触が良くなり、発芽率が上がり、発芽も揃う。整地のハロ耕深が 10～15cm を目安に行う。

2. 基肥施用

緑肥用エンバクの施肥量は 10a あたりに窒素、りん酸と加里がそれぞれ 4~6kg とする。栽培期間が短いので、全量を基肥にして、追肥が不要である。また、前作が野菜またはダイズで、圃場の残肥が多い場合は、基肥の施用量を減らすことができる。

飼料サイレージ用エンバクは栽培期間がやや長く、養分吸収量も多くなるので、施肥量は 10a あたりに窒素、りん酸と加里がそれぞれ 8~10kg とする。全量基肥にしても良いが、増収のために 1 回追肥を行った方が良い。この場合は窒素 4~6kg、りん酸と加里各 8~10kg を基肥にして、窒素 3~5kg だけを追肥にする。

基肥は全面全層施肥と条状施肥がある。全面全層施肥は耕起した後、整地の前にブロードキャストまたはライムソーワ等の機械を使って、基肥を圃場に全面散布する。施肥後、整地を通じて肥料を耕作土層に均一に混合させる。条状施肥は播種施肥機を使って、播種の同時に基肥を播種溝に沿って条状に施入してから覆土する。

肥料中の窒素は圃場に施用された後、降雨により流失される恐れがある。また、施用後の時間が経つと窒素はアンモニア化作用や硝化作用により損失が大きくなり、りん酸が土壌のりん酸固定により難溶化される。全面全層施肥ではあまりに早く施肥することは肥料の利用効率が下がるので、播種と同時に施肥を行うことを勧める。また、播種施肥機による基肥の条状施肥は肥料利用率の向上に役立つ。

エンバクは酸性土壌に強いが、生育の最適な土壌 pH は 6.0~6.5 である。pH5.0 以下の強酸性土壌では生育が強く抑制される。ただし、緑肥は前後作を考えて、特定の場合を除き、エンバクのためにわざと pH 調整を行う必要がない。飼料サイレージの場合は土壌 pH 調整を行う必要があれば、耕起する前に石灰質肥料を全面に撒き、耕うんと整地を通して作土層によく混合させる。

基肥施用には下記の注意事項がある。

- ① エンバクは養分吸収能力が強いが、緑肥用の場合は茎葉を繁茂させ、粗有機物生産量を増やすために窒素をやや多めに施用する。サイレージ用の場合はりん酸と加里の施用が不可欠である。
- ② 基肥をあまりに早く施用することは肥料の利用効率が下がるので、播種直前か播種時に基肥を同時に施用することを勧める。
- ③ 石灰質肥料を使って土壌 pH を調整する場合は、pH が 7.0 を超えないように施用量を適宜に調整する。

3. 播種

手播きまたは播種機などを使って種子を圃場に播く。エンバクの播種様式はばら播き、条播き（ドリル播き、広幅播き）、すじ播きがある。通常、緑肥用として栽培コストを下げ、管理しやすく、粗有機物の生産量を多くにして、すき込み作業が容易にするためにばら播きかドリル播きを採用する。図 5 は各播種様式の模式図である。

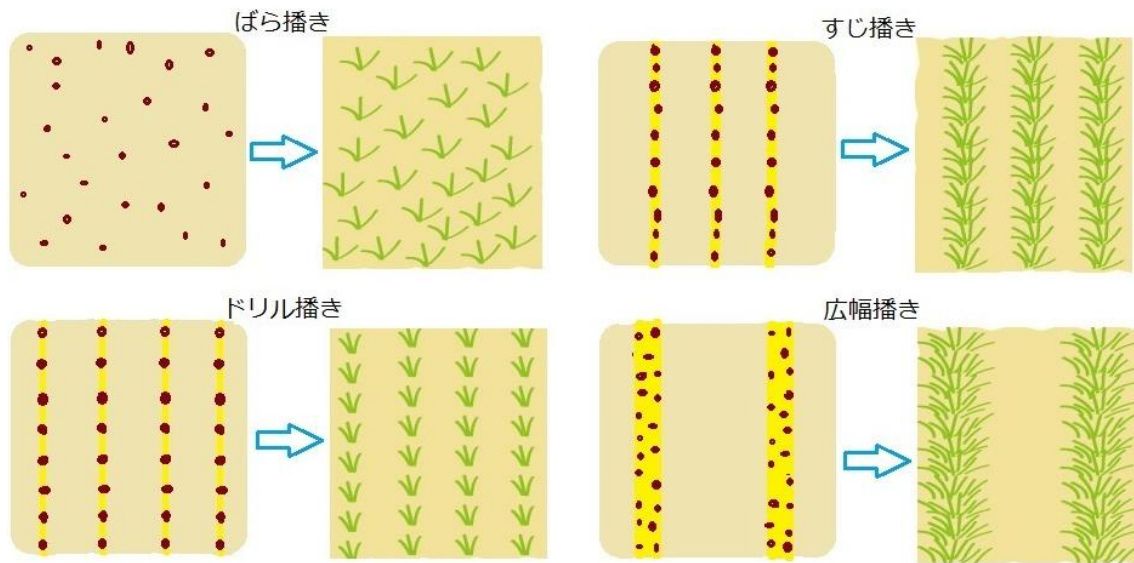


図 5. エンバクの播種様式

ばら播き： 手またはブロードキャスタなどを使って種子を畑の表面に均一に播いた後、ロータリハロまたはディスクハロで地表を攪拌し覆土する。緑肥、サイレージや青刈として栽培する場合に使う。作業効率が高いが、播種密度が不均一で、適切な覆土も難しいため、発芽率が悪く、苗立ちに粗密が生じやすい。

条播き： 播種機を使って、畑表面にすじ状の浅い播種溝を掘り、種子を溝に播いた後、覆土する。条播きはさらにドリル播き、広幅播きに分けられる。

ドリル播きは、条間 25～30cm の 1 条播きで、条間を狭くして栽培密度が高い。広幅播きは、条間を 40～60cm に広げて、播種溝の幅を 10cm～15cm にして、種子を溝内に 2 条になるように集中的に播く。その特徴は条間が広いので、生育期間中の管理作業がやりやすい。

条播きは小麦用播種機を使う。一部の播種機には施肥装置を装着して、播種の同時に播種溝に基肥を施入することができる。作業効率が高く、その後の生育期間中の管理作業もやり易いので、現在広く普及される。

すじ播き： 圃場に条間 25～30cm、深さ 2～4cm の播種溝を掘り、手播き又は手押し式播種機を使って、種子を溝に播いてから覆土する。主に野菜畑やコンニャク畑にリビングマルチとして栽培する場合に使う。

播種作業には下記の注意事項がある。

- ① 播種量は一般的な条播きとすじ播きでは、10a 当たり 8～10kg、ばら播きでは、10a 当たり 10～12kg とやや多めに播く。
- ② 播種後の覆土厚さは 2～3cm が適当である。浅すぎると乾燥や播種後に施用する除草剤の影響を受けやすく、深すぎると発芽が悪く、苗立数の低下やその後の生育に悪影響を及ぼす。

③ 発芽率を上げるために播種後、覆土してからローラーなどを使って、しっかり鎮圧して、種子を土に密着させる。

4. 麦踏み（踏圧）

麦踏みとは、トラクタに取り付けたローラーなどを使って、幼苗期の苗を鎮圧する作業である。

麦踏みの効果は、① 徒長生育を抑え、耐寒力を強くして、分けつを促進する。② 苗の下位節間の伸長を抑制し、出穂開花後の倒伏を防止する。③ 土を固めて、冬春期の霜柱発生による根の立ち上がり及び土壌乾燥を防止する。④ 幼穂形成を遅らせ、春先の低温による凍霜害を防止する。小麦の栽培に欠かせない作業である。

但し、緑肥として栽培されるエンバクは麦踏みにより苗が傷つけられ、生育が遅れる恐れがあるから麦踏みの必要がない。飼料サイレージとして栽培する場合も麦踏みが不要である。

5. 追肥

緑肥の場合は栽培期間が短いので、基肥だけで充分なので、追肥が不要である。飼料サイレージの目的では栽培中に 1 回追肥を行う。大体出穂期に 10a あたりに窒素 3～5kg を施用する。追肥は肥料を圃場にばら撒くだけでよい。

6. 病虫害と雑草防除

エンバクは病虫害に対する抵抗力が高い。特に緑肥の場合は気温の低い早春と秋季に栽培して、出穂期にすでにすき込むので、栽培期間が短く、病気と害虫の大発生が少ない。主な病気は冠さび病とひょう紋病で、害虫はアブラムシである。緑肥用エンバクの生育期間によく発生する病虫害名と防除法は表 1 にまとめる。

表 1. 緑肥用エンバク栽培によく発生する病虫害とその防除法

病虫害名	病原菌・害虫	発生時期・被害症状	防除法
冠さび病	担子菌	出穂期前後に茎葉に発生。初めは葉身のほか、葉鞘や稈に斑点のような黄色腫れ物状の小病斑を形成し、やがて長さ 1～2mm、幅 0.5mm 程度の楕円形病斑となり、表皮が破れて中から黄色～オレンジ色の夏胞子が現れる。激発すると、葉身全体が黄色い粉を吹いたように見えて、枯死する。黒褐色の冬胞子堆も形成する。関東以南の比較的温暖な地域での発生が多い。	抵抗性品種の使用、薬剤散布
ひょう紋	糸状菌	全生育期間に葉に発生。葉から小型の赤色また	抵抗性品種の

病		は紫色の斑点を形成して徐々に拡大する。ある程度広がると赤紫色の輪紋状病斑となり、豹のまだら模様ようになる。病斑は大型で長さ 0.5～5cm、幅 0.2～5cm にもなる。多湿条件では葉の表面にピンク色の粘塊状の分生子塊を形成し、これが風雨などで飛散してまん延する。病斑が古くなると、罹病組織内に黒色で直径 0.2mm 程度の微小菌核を形成して越冬し、翌年の伝染源となる。多湿の環境で発生が多い。	使用、薬剤散布
黒斑病	糸状菌	茎立ち期以降に葉に発生。初めは葉に黒褐色の小斑が不規則に形成され、これが拡大して楕円形から長方形の斑点となる。後に病斑表面に黒いかびが密生して、黒斑となる。病斑周囲は黄化し、やがて葉は枯死する。	薬剤散布
かさ枯病	細菌	茎立ち期以降に葉に発生。葉では初め淡緑色の水浸状の楕円形斑点が現れるが、後に褐色の楕円形～紡錘形病斑となり、病斑周囲は黄色ハローで囲まれる特徴がある。病勢が進むと病斑が融合して縦に伸び条状になり、やがて葉先から全葉が枯死する。	抵抗性品種の使用、薬剤散布
アブラムシ	昆虫	茎立期～登熟期に発生、葉の裏に群集して、汁液を吸う。	薬剤散布

エンバクは生育が早いので、雑草が問題になることが少ない。通常、播種直後に土壌処理タイプの除草剤を散布して、初期段階に雑草を撲滅するだけでよい。茎立ち期以降は生長が速いので、雑草との生存競争に負けることがほとんどない。

7. 緑肥としてのすき込み

エンバクのすき込みは、次作の播種と移植に合わせて穂孕み期～出穂期に行う。この時期は茎の伸長と節の増加が止まり、葉の展開もほぼ終了して、草丈 70～120cm まで成長したが、茎葉がまだ柔らかく、すき込み後の分解が早い。10a あたりに 2.5～4 トンの粗有機物生産量が得られる。

すき込み作業は、地上部の茎葉をフレールモアやハンマナイフモアで細断してからロータリーかプラウを使って土にすき込む。分解を促進するため、すき込みから 2 週間ほど経過した頃にロータリーで再度耕起することで分解を促進する。図 6 はエンバクのすき込み

写真である。

エンバクがすき込んだ後、茎葉の分解期間は 3 週間を目安にして、次作の播種と移植はその後に行う。

すき込みが遅れると、結実して、雑草化する恐れがある。

8. 飼料サイレージの収穫

飼料サイレージは子実の乳熟期～黄熟期が収穫適期である。その時期は地上部乾物重が最大となり、茎葉の水分も下がってきたので、収穫に適する。天候（主に気温）にもよるが、出穂してから 25～30 日を経過し、葉の一部が黄色に変わった時期は収穫適期である。収穫が遅れると、子実が成熟し、地面に落ちて、雑草化する。

サイレージは細断型ロールベアラを使用して、茎葉の切断とロール梱包を纏めて行うので、作業効率が良く、本邦ではこの方法が主流である。図 7 は収穫されたロールサイレージの写真である。



図 6. エンバクのすき込み
(Livedoor ブログより引用)



図 7. エンバクのロールサイレージ
(Gumtree より引用)

サイレージの乳酸発酵は茎葉の水分と密接な関係がある。茎葉水分が 50%を越えると他の雑菌の活性が高くなり、発酵品質が悪くなり、品質のバラツキも大きくなる。茎葉の水分率が下がった乳熟期～黄熟期に収穫するほか、ラップで刈り取ったエンバクをロールにする際に茎葉の水分を 50%になるように予乾などによる水分調整を行う必要がある。