

化学肥料に関する知識



화학 비료란 무엇인가요?

작물에 왜 비료를 줘야 하는가요?

비료를 사용하지 않으면 수확량은 어떻게 되나요?

식물이 어떻게 영양분을 흡수하나요?

등등, 화학 비료, 토양, 식물에 관한 이야기

1-3 III. 비료 종류와 용도(肥料 種類 & 用途)

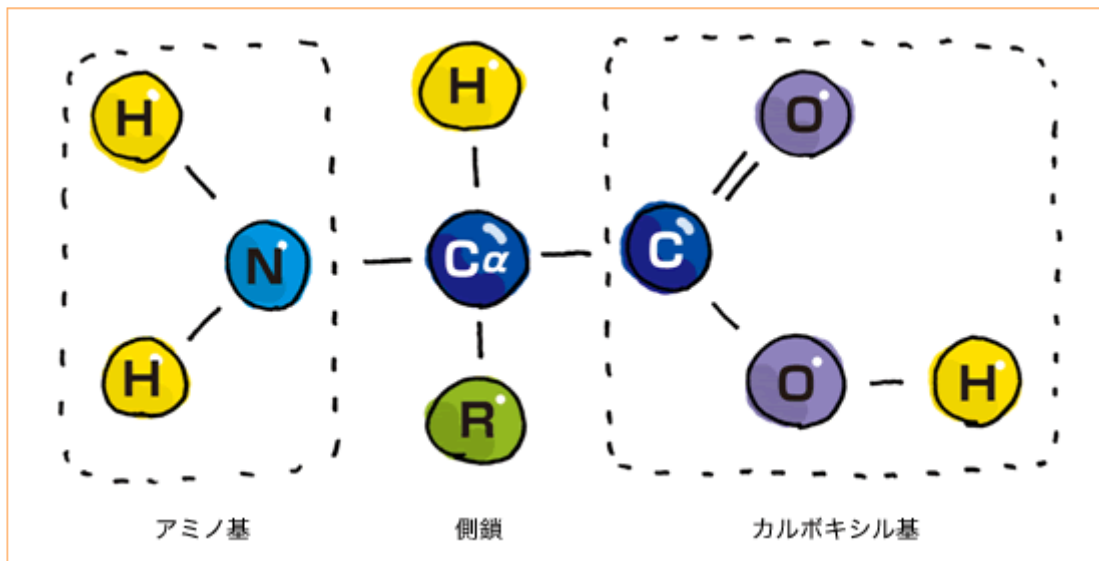
Part-2

- 부식산(腐植酸)은 비료(肥料)인가요?
토양 개량제(土壤 改良劑)인가요?
- 부식산계 비료(腐植酸系肥料)는
니트로 휴믹산(nitrohumic acid)에 한정된다?
- 농약(農藥) 함유 비료
- 칼륨 비료(加里 肥料)의 종류(種類)와 용도(用途)
- 완효성 비료(緩効性 肥料)의 구조
- ▶ ● 아미노산의 비료 효과(肥料 効果)에 대해
- 부식산 비료(腐植酸 肥料)의 종류와 그 특징
- 질산태질소(硝酸態 窒素)와
암모니아태질소(Ammonia態 窒素)의 차이
- 황산암모늄(硫酸安)과 염화암모늄(塩安)

File No. 28

● 아미노산의 비료 효과(肥料 効果)에 대해

아미노산(amino acid)은 단백질을 구성하는 성분입니다. 우리의 몸과 식물의 많은 몸은 단백질로 이루어져 있습니다. 그 단백질은 20종류의 아미노산에서 합성됩니다. 즉, 아미노산은 우리나라 식물에서 「생명의 근원」이라고 말할 수 있는 것입니다. 아미노산은 아미노 기(-NH₂, アミノ基)와 카복실 기(-COOH, カルボキシル基)로 구성된 유기태 화합물(有機態化合物)입니다. 많은 아미노산이 여러 개 연결되어 우리의 몸과 식물의 잎, 뿌리, 줄기, 과일 등이 되는 단백질(蛋白質)이 구성됩니다.



우리 인간은 고기, 생선, 곡물을 먹음으로써 체내(体内)에 단백질을 섭취하지만, 식물은 광합성에 의해 자신의 체내(体内)에서 아미노산을 합성하고 생육에 필요한 단백질을 합성합니다. 그러나, 흐린 하늘이나 고온·저온의 환경에서 식물에 스트레스가 걸려 광합성을 할 수 없는 때에는, 아미노산을 충분하게 합성할 수 없습니다.



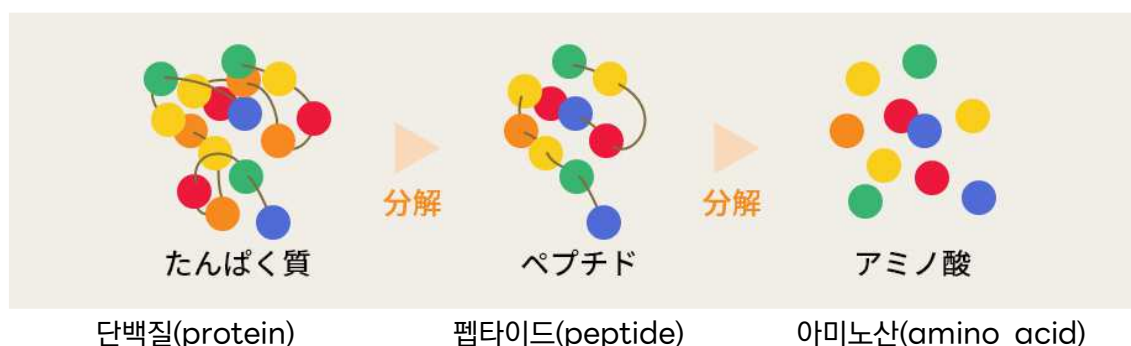
그래서, 단백질의 기초가 되는 아미노산을 식물에 공급하는 것으로, 광합성을 할 수 없는 때에서도 식물의 생육을 지원할 수가 있습니다. 즉, 아미노산을 생성하는 광합성의 과정을 단축할 수 있다는 것입니다. 식물체 내에서 최초로 합성되는 아미노산은 「글루타민」(glutamine), 「글루탐산」(glutamic acid)이라고 불리는 아미노산입니다.

그리고 식물은 「글루탐산」으로부터, 작물의 품목이나 생육 스테이지(生育 stage)에 맞추어 20종류 이상의 아미노산을 합성할 수 있습니다. 즉, 식물에 아미노산을 공급하는 데는, 모든 아미노산의 기초가 되는 「글루탐산」을 공급하는 것이 가장 효율적이라고 말할 수 있는 것입니다.

원래, 아미노산은 식물에 직접적으로 흡수되고 있는지 궁금한 분도 있을 겁니다. 아지노모토(味の素, Ajinomoto Co. Inc.)와 도쿄 대학(東京 大学)과의 공동 연구에서는 오이 잎에 글루탐산(glutamic acid)을 적하(滴下)하여 일정 시간 후에 관찰한 결과, 글루탐산(glutamic acid)은 잎에 흡수되어 성장점으로 이행(移行)되고 있는 것을 알 수 있었습니다.

게다가 무기태질소(無機態 窒素, 우레아)와 비교하면 글루탐산이 잎으로의 이행(移行)이 빨리 이루어지고 있는 것을 알 수 있었습니다(아래 그림 참조). 이 연구는 아미노산이 잎에서 식물로 흡수되어 성장 조직으로 적극적으로 전이(轉移)된다는 것이 밝혀졌습니다.

아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)는 작물 생산을 안정시키기 위한 복합 비료의 일종입니다. 본래, 식물은 광합성을 실시해 체내에서 아미노산을 합성하고 있습니다만, 날씨 불량 등으로 광합성을 할 수 없는 때도 있습니다. **아미노산 비료**(Ammino 酸 肥料)를 사용하는 것으로, 식물이 환경 스트레스에 놓인 상황에서도 생육을 지원해, 품질 향상이나 수량 증수(数量 増収)를 기대할 수 있습니다. 아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)에 의해, 식물체에 아미노산을 직접 흡수시킬 수 있으므로, 단백질의 합성을 원활하게 시행할 수 있게 되기 때문입니다.

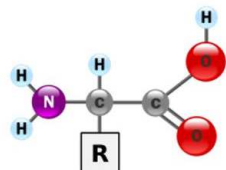


아미노산 비료의 특징

アミノ酸

아미노기 (—NH₂) とカルボキシル기 (—COOH)의 兩方의官能基を持つ化合物の総称

アミノ酸



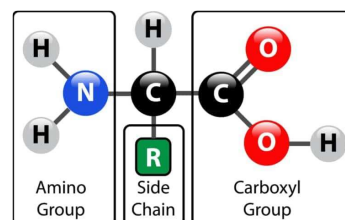
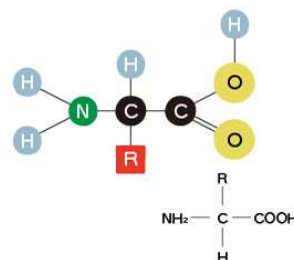
400種類以上

タンパク質



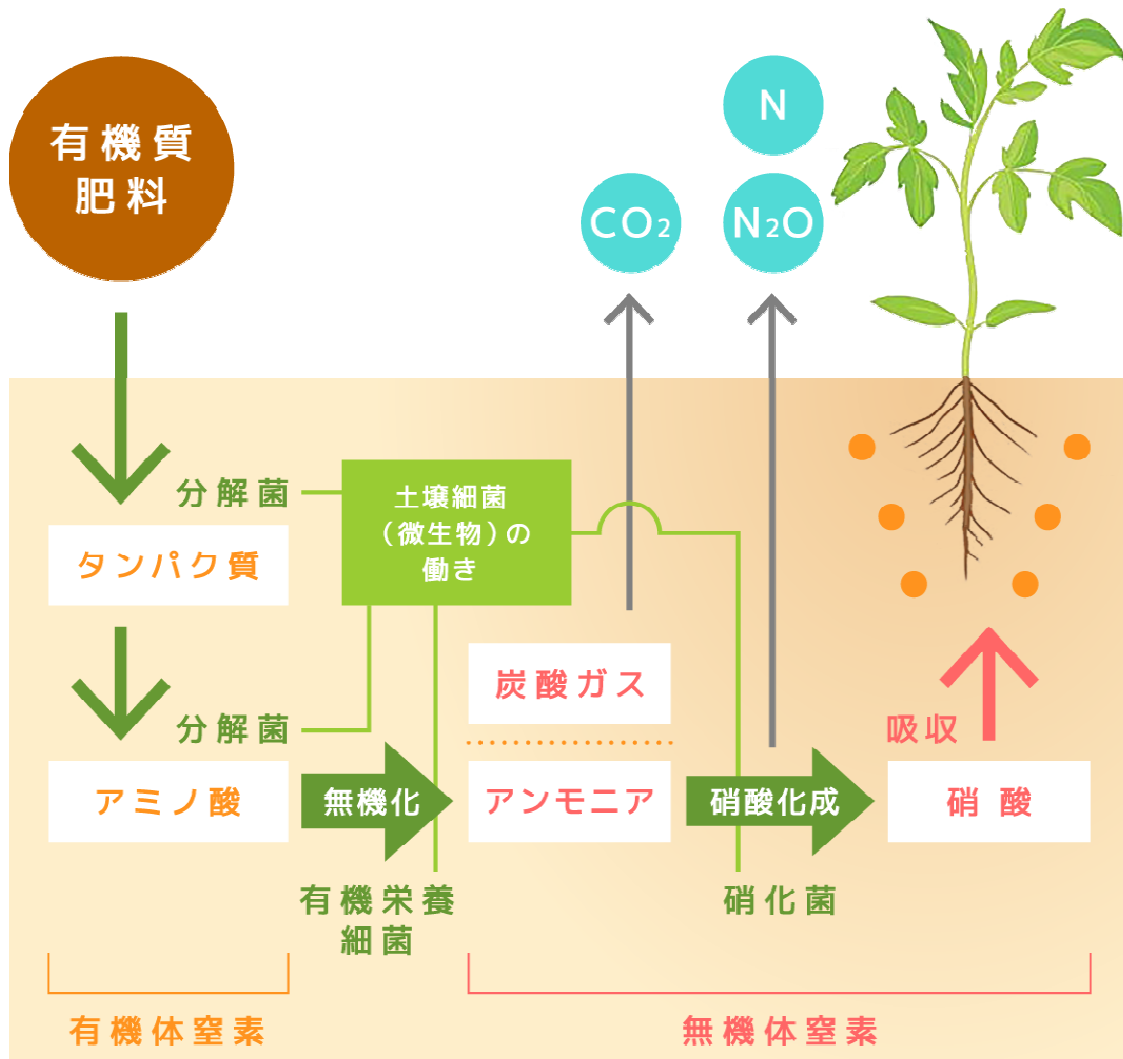
タンパク質を構成するアミノ酸は **20** 種類!

(福島大学 二瓶准教授)



아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)는 동물 유래(動物 由来) 또는 식물 유래(植物 由来)의 단백질을 아미노산이나 저분자 펩타이드까지 분해하여 만들어집니다. 크게 나누어, 고형(固形)과 액상(液狀)의 비료가 있습니다. 아미노산은 식물의 잎으로부터도 직접 흡수되는 것이 연구로 알려져서, 전비(全肥)나 옷거름뿐만이 아니라 엽면 살포(葉面撒布)용으로도 시판되고 있습니다.

잘 알려진 아미노산은 맛 성분으로 알려진 **글루탐산**(glutamic acid)입니다. 글루탐산은 식물체 내에서 다른 아미노산 합성의 출발점이 되기 때문에, 비료로서 배합(配合)하는 것으로 효율적으로 단백질을 합성할 수 있습니다. **아미노산 비료**(Ammino 酸 肥料)에는 글루탐산 이외에도 풍부한 종류의 아미노산이 포함되어 있습니다. 단분자 처리(単分子 処理)된 아미노산의 경우, 세포벽(細胞壁)으로부터 신속하게 흡수되기 때문에, 성장을 빨리할 수 있습니다.



一. 아미노산 비료를 사용하는 장단점

1. 아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)의 장점(Merit)

아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)에는 다음과 같은 세 가지 이점이 있습니다.

- **장점(1) : 병해 저항성 향상(病害抵抗性 向上)을 기대할 수 있습니다.**

아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)에 의해 병해 저항성(disease resistance) 향상을 기대할 수 있습니다. 아미노산은 작물의 병해 저항성을 높이는 것으로 알려져 있으며, 예를 들어 히스티딘(histidine, 단백질을 구성하는 염기성 아미노산의 하나)은 토마토의 병해 저항성을 높여 풋마름병(Bacterial wilt, 青枯病)을 억제합니다.

이것은 작물이 본래 가지고 있는 「병해 저항성 유도 물질」 「病害抵抗性 誘導物質」에 의한 것입니다. 이러한 예로는 바이러스를 이용하는 교차 보호(cross protection)와 다른 여러 병원균에 의한 유도 저항성(induced resistance) 또는 전신 획득 저항성(systemic acquired resistance)이 알려져 있습니다.

이 물질에 의해 작물의 병해 저항성(disease resistance)을 높이는 것으로, 이론상으로는 약제 내성균(薬剤 耐性菌)은 나오지 않는다고 합니다. 농약 사용량을 줄일 수 있으므로 비운, 작업 면에서 장점을 기대할 수 있습니다.

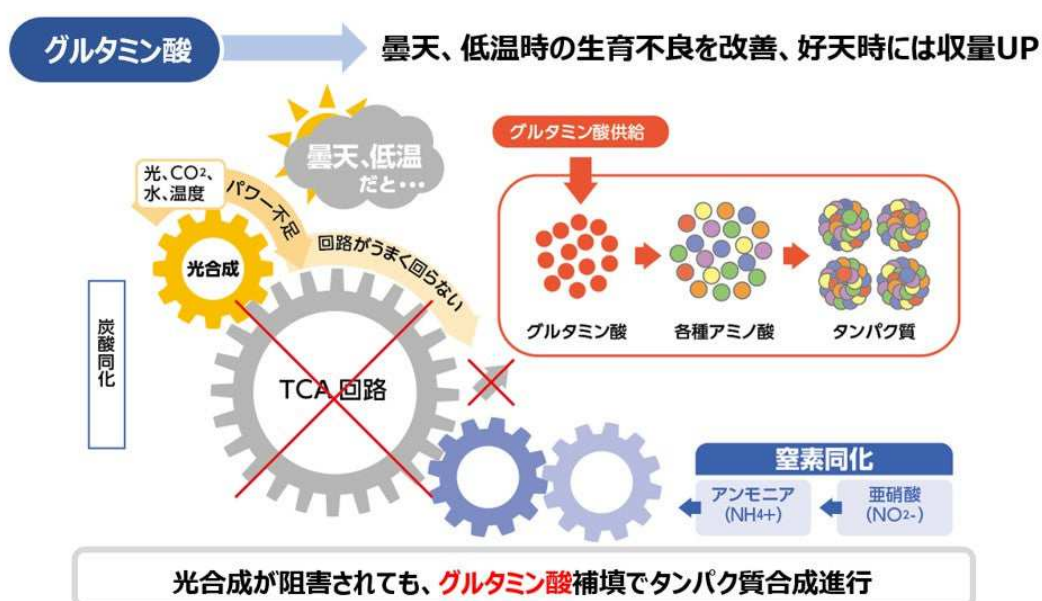
● **장점(2) : 효과를 빨리 실감(實感)하기 쉽습니다.**

아미노산 비료(Amino 酸 肥料)를 사용하는 것으로, 성장 상태(樹勢)가 좋아지고, 잎 색(葉色)이 바뀌는 등의 살포 효과를 빨리 실감할 수 있습니다. 이것은 아미노산 비료(Amino 酸 肥料)에 사용되는 천연아미노산 분자가 작기 때문입니다. 몇 시간 안에 흡수(吸收)가 시작되어 작물이 빠르게 흡수할 수 있어 즉효성(即効性)이 있습니다. 또한, 환경 스트레스 등으로 인해 발생한 장애(障害)가 있는 작물의 회복 촉진(回復促進)에도 효과적입니다.

예를 들어, 태풍 피해로 수확이 어려운 밭에 아미노산 비료(Amino 酸 肥料)를 엽면 분사(葉面散布)했을 때 극적으로 회복(回復)한 사례도 있습니다. 따라서 아미노산 비료(Amino 酸 肥料)를 적절히 활용하면 작물의 건강과 생산성을 높이는 데 큰 도움이 될 수 있습니다.

● **장점(3) : 수익 향상(収益 向上)을 기대할 수 있습니다.**

아미노산 비료(Amino 酸 肥料)를 사용하여 수율 향상을 기대할 수 있습니다. 실제로 아미노산 비료를 사용한 농장에서는 다음과 같은 효과가 보고되었습니다. 수세가 나쁜 작물에 아미노산 보급을 시행하는 것으로, 진한 녹색의 잎 색이 되는 등 눈에 보이는 효과를 실감할 수 있습니다. 작물의 양호한 성장으로 이어지고, 품질이 좋은 수확물로 이어지는 점이 장점입니다. 이처럼 수확량이 늘어남에 따라 수입 증가로 이어질 것입니다.



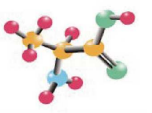
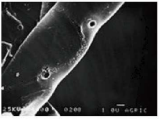
2. 아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)의 단점(Demerit)

아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)에는 다음 두 가지 단점이 있습니다.

● 단점(1) : 일반 비료에 비해 시비 횟수(施肥 回数)가 많다.

아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)를 포함한 **바이오 스티뮬란트(Biostimulants, 식물자극제)***, 액체 비료(液体 肥料)는, 일반 비료에 비해 시비 횟수(施肥 回数)가 많은 경향이 있습니다. 아미노산 비료는 월에 2~3회는 사용하는 것이 추천되지만, 일반 비료이면 웃거름(追肥)은 몇 개월에 1회를 기준으로 사용되는 경우가 많습니다. 이것은 고형(固形) 비료가 아미노산 비료에 비해 완효성(緩效性)이기 때문입니다.

바이오 스티뮬란트(Biostimulants, 식물자극제)*: 일본어로 "생물 자극제"「生物刺激剤」라고 불리며, 식물이나 토양에 더 나은 생리 상태(生理 状態)를 가져다주는 다양한 물질이나 미생물을 의미합니다. 이들은 식물과 그 주변 환경이 본래 가지고 있는 자연적인 힘을 활용하여, 식물의 건강성이나 스트레스에 대한 저항력, 수량과 품질, 그리고 수확 후 상태나 저장성에 좋은 영향을 미치는 것으로 여겨집니다.

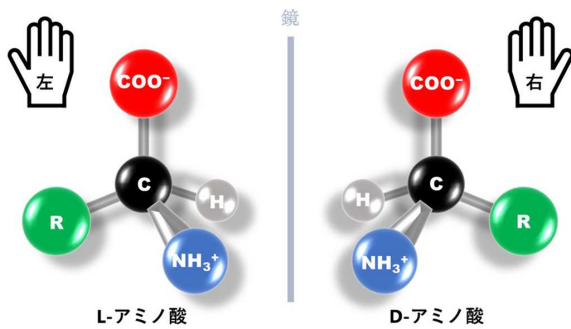
① 腐植酸 (フミン酸、フルボ酸)  ● 地力の回復 ● 連作障害の緩和	② 海藻抽出物、多糖類  ● 水分(乾燥)ストレスへの抵抗力 ● 転流量の増加 ● 果実肥大	③ アミノ酸、ペプチド  ● 光合成の促進 ● 各種酵素の生産促進 ● 肥効の速効化
④ ミネラル、ビタミン  ● 光合成の促進 ● 各種酵素の生産促進 ● 肥効の速効化	⑤ 微生物  ● 根圏環境の整備 ● 根の活性アップ ● 共生菌の投与	⑥ その他 (動植物抽出物、微生物代謝物など) (例)  ● 植物天然ホルモンの生産 ● 微生物の活性化 ● 気孔の開口

①부식산(휴믹산, 풀빅산)	②해조 추출물, 다당류	③아미노산, 펩타이드
토양력(地力)의 회복 연작 장애(連作 障害)의 완화	수분(건조) 스트레스에 대한 저항력 전류량(転流量)의 증가 과실 비대(果実 肥大)	광합성의 촉진 각종 효소의 생산 촉진 비료 효과의 속효화(速効化)
④미네랄, 비타민	⑤미생물	⑥기타(동식물 추출물(抽出物), 미생물 대사물(代謝物) 등)
광합성의 촉진 각종 효소의 생산 촉진 비료 효과의 속효화(速効化)	근권 환경의 정비(整備) 뿌리의 활성화(UP) 공생균(共生菌)의 투여	식물 천연 호르몬의 생산 미생물의 활성화 기공(氣孔)의 개방

바이오스티뮬란트(Biostimulants)의 분류

농업 현장에서는 일반적으로 농약과 혼합하여 살포되는 경우가 많아서 아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)를 사용하고 있다고 해서 극단적으로 작업 횟수(作業 回数)가 증가하지는 않습니다. 작물이 약하다고 느낄 때는 희석한 아미노산 비료(Ammino 酸 肥料)를 잎이 나 줄기에 충분히 살포할 필요가 있습니다. 정기적(定期的)으로 주어야 효과를 발휘(発揮)하므로 사용하는 빈도(頻度)를 잊지 않도록 달력 등에 메모해 두면 좋을 것입니다.

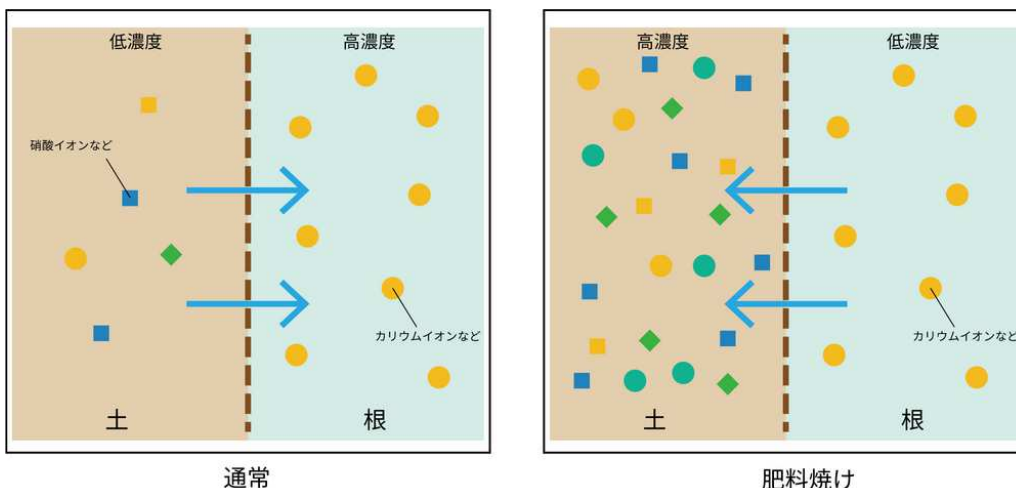
● 단점(2) : 희석(希釈)하여 묽게 할 필요가 있습니다.



아미노산 비료는 액체(液体)의 경우 희석(希釈)하여 사용해야 합니다. 상품이나 사용하는 작물에 따라 다르지만, 500~1,000배로 희석(希釈)해 사용하는 것이 많습니다. 희석 농도(希釈 濃度)가 진하면 비료 화상(肥料 火傷)이 일어날 수 있습니다.

비료 화상(肥料 火傷)은 비료 성분을 과잉으로 주면 뿌리에 장애가 일어나는 것입니다. 작물이 고사(枯死)하는 원인이 되므로 주의가 필요합니다. 아미노산 비료(Amino 酸 肥料)의 농도 조정(濃度 調整)을 잘못하지 않도록, 라벨이나 WEB 사이트의 사용 설명서를 주의 깊게 확실히 읽고 나서 적절하게 사용할 필요가 있습니다.

* 비료 화상(肥料 火傷): 비료 화상은 다량의 비료 성분으로 인해 뿌리가 피해를 보고, 시들거나 때때로 고사(枯死)하는 현상을 말합니다. 식물의 뿌리와 토양 중의 비료 사이에는 삼투압(浸透 圧)이 있습니다. 삼투(浸透)란 농도가 낮은 용액과 농도가 높은 용액이 공존할 때, 농도를 균일하게 하려는 작용이 발생하여 농도가 낮은 용액이 농도가 높은 쪽으로 이동하는 현상을 말합니다. 그 압력이 삼투압(浸透 圧)입니다.



비료를 과도하게 주었을 경우, 토양 중의 비료 농도를 희석하려는 삼투압(浸透 圧)의 관계로 인해 뿌리 속의 수분이 토양으로 흘러 나가고 뿌리가 시들어 버립니다. 이것이 비료 화상(肥料 火傷)의 원인입니다. 식물이 건강하지 않다는 이유로 규정량 이상의 비료를 계속 주면 식물은 오히려 고사하게 됩니다. 비료를 줄 때는 식물이 심겨 있는 장소나 화분, 뿌리의 상태 등을 잘 확인하는 것이 중요합니다. 비료 화상(肥料 火傷)을 일으켰을 때 대량의 물을 주어 토양에서 비료를 씻어내거나, 때에 따라 새로운 토양으로 옮겨 심어 상황을 살피는 등 가능한 한 빨리 대처해야 합니다.

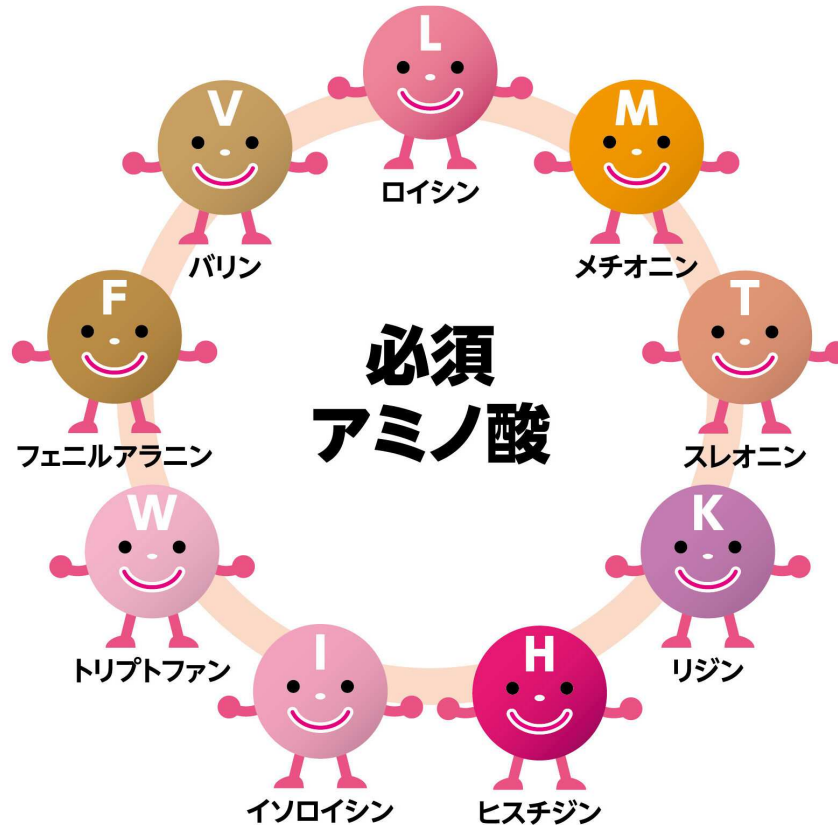
3. 아미노산 비료(Amino 酸 肥料)를 사용할 때는 다음의 3가지 포인트

● 포인트 ① : 작물의 생육 상태에 맞추어 희석 배율(希釈 倍率)을 조정(調整)합니다.

아미노산 비료(amino 酸 肥料)의 희석 배율(希釈 倍率)은 작물의 성장 단계(生育 段階)에 따라 조정이 필요합니다. 작물의 종류마다 희석 배율의 기준에 관해서는 설명서(説明書)가 있으므로, 모습을 보면서 농도 조정(濃度 調整)을 합니다. 또, 드론으로 살포(散布)를 시행할 때는 기준의 희석 배율(希釈 倍率)이 바뀌므로, 주의가 필요합니다.

● **포인트 ② : 희석액(希釈液)은 그날에 모두 사용합니다.**

물은 아미노산 비료(Amino 酸 肥料)의 희석액(希釈液)은, 그날 중에 다 사용하는 것이 포인트입니다. 아미노산 비료는 희석(希釈)함으로써 화학 변화를 일으키기 쉬워지고 있습니다. 따라서 같은 희석액(希釈液)을 며칠 동안 사용하면 작물에 악영향을 미칠 수 있습니다. 또, 여름철에는 희석액(希釈液)이 들어가 있던 탱크나 용기(容器)에 조류(藻, algae)나 곰팡이가 생기는 일도 있으므로, 위생적(衛生的)으로도 좋지 않습니다.



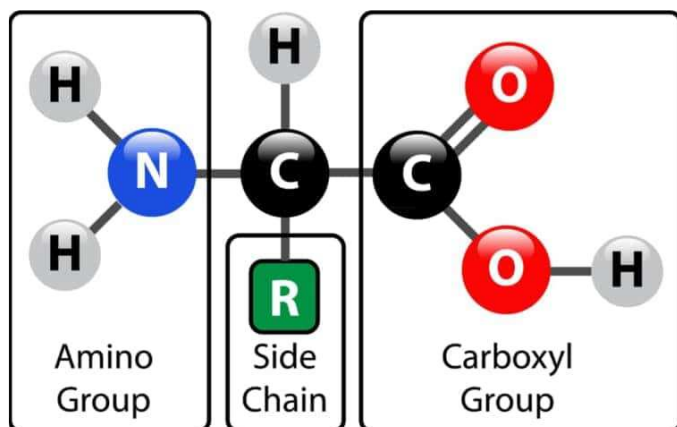
- ① 로이신(시계 방향으로)
- ② 메치오닌
- ③ 스레오닌 (트레오닌)
- ④ 리진 (라이신)
- ⑤ 히스치진
- ⑥ 이소로이신
- ⑦トリプトファン
- ⑧ フェニルアラニン
- ⑨ 발린

- ① 류신(Leucine)(시계 방향으로)
- ② 메티오닌(Methionine)
- ③ 트레오닌(Threonine)
- ④ 리신(라이신, Lysine)
- ⑤ 히스티딘(Histidine)
- ⑥ 이소류신(Isoleucine)
- ⑦ 트립토판(Tryptophan)
- ⑧ 페닐알라닌(Phenylalanine)
- ⑨ 발린(Valine)

● **포인트 ③ : 사용 전에 잘 흔들어 사용합니다.**

아미노산 비료(ammino 酸 肥料)의 희석액(希釈液)은 사용 전에 잘 휘젓습니다. 희석액을 장시간 방치(長時間放置)하면 침전(沈殿)이 발생할 수 있습니다. 휘젓지(攪拌) 않고 작물에 적용하면 이상적인 희석 농도(希釈濃度)로 아미노산 비료를 주지 않고 살포 불균일이 생기고 생육의 불균일이 발생할 가능성이 있으므로 주의를 요합니다. 잘 교반(攪拌)하고 농도(濃度)를 균일하게 함으로써 작물의 성장에 긍정적으로 작동합니다.

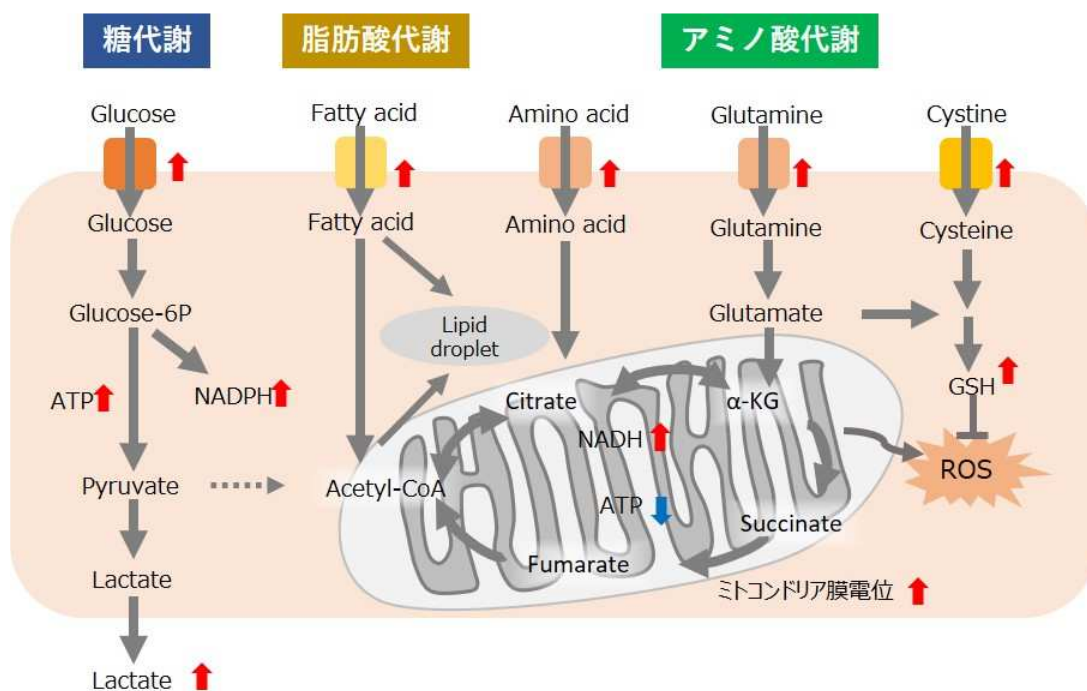
아미노산(アミノ酸(amino acid))은 염기성(塩基性) 아미노기(amino 基)와 산성(酸性)의 카복실기(carboxyl 基) 두 가지 작용기(官能基, functional group)를 가진 유기 화합물(有機化合物)의 총칭으로, 단백질을 구성하는 기본 단위이며, 자연계(自然界)에는 알려진 20가지 종류가 있습니다. '아지노모토'「味の素」라는 이름으로 잘 알려진 글루탐산(グルタミン酸, glutamic acid)도 아미노산의 일종입니다.



아미노산(アミノ酸(amino acid))에는 질소(窒素)가 포함되어 있고, 1946년 핀란드의 식물학자 비르타넨(A.I.Virtanen, 1895-1973)과 링콜라(H.Linkola)는 콩 과(科) *(Fabaceae)* 식물의 뿌리가 아미노산을 직접 흡수할 가능성이 있다고 보고한 이후, 많은 연구가 이 결과를 확인했습니다. 아미노산이 식물의 뿌리에서 직접 흡수되는 것은 방사성 동위원소(放射性 同位元素) ¹⁴C로 표지(標

識)된 글루타민(glutamine)을 보리(여섯 줄 보리, *hordeum vulgare*)의 뿌리에 투여한 것으로 확인되었습니다.

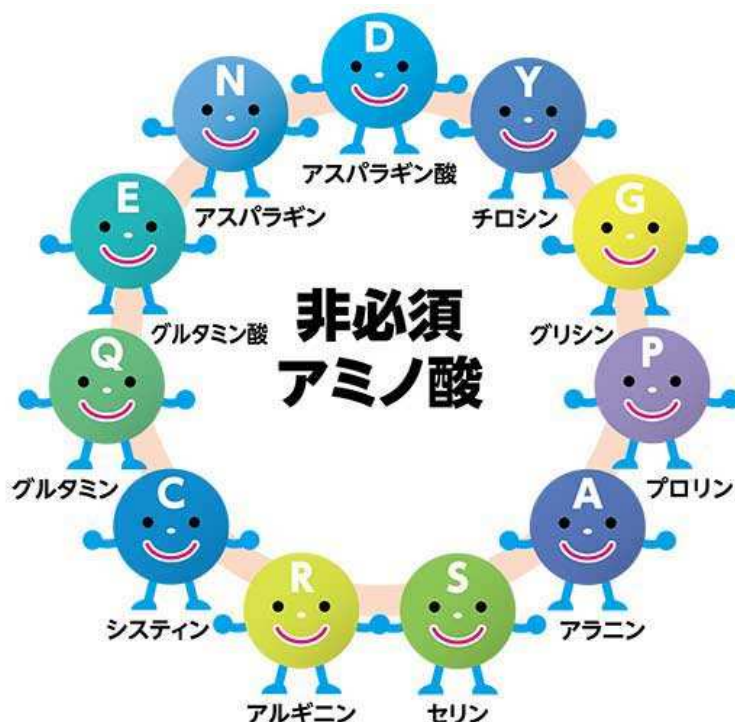
또한, 흡수(吸收)된 글루타민은 최초 10분 이내에 글루타민 → 글루탐산 → 감마-아미노부티르산(gamma aminobutyric acid) → → 숙신산(Succinic acid)으로 대사(代謝)되는 것과 방사성 동위원소 ¹⁴C, ³H, ¹⁵N(중질소(重窒素))으로 삼중 표식(3重標識, Triple labelling)된 아르기닌(arginine)이 30분 이내에 요소(尿素)와 오르니틴(ornithine)으로, 그 후 글루탐산(glutamic 酸)으로 대사(代謝)되는 것 등, 아미노산이 그대로의 형태로 뿌리에서 흡수된 후에 빠르게 다른 화합물로 차례대로 대사(代謝)되는 것이 밝혀졌습니다(資料 1、2).



식물의 아미노산 흡수는 특이한 수송체(輸送体, 아미노산 트랜스포터)의 존재가 필수적입니다. 아미노산 트랜스포터(amino 酸 transporter)는 다양한 식물 조직(植物 組織, 뿌리, 잎, 줄기, 꽃, 씨앗 등)의 세포막(細胞膜)에 존재하여, 외부에서 공급된 아미노산(amino 酸)이라도 세포벽(細胞壁) 등을 통과하여 세포막(細胞膜)에 도달하기만 하면 쉽게 세포 내(細胞 内)로 흡수될 수 있음이 밝혀졌습니다(資料 3).

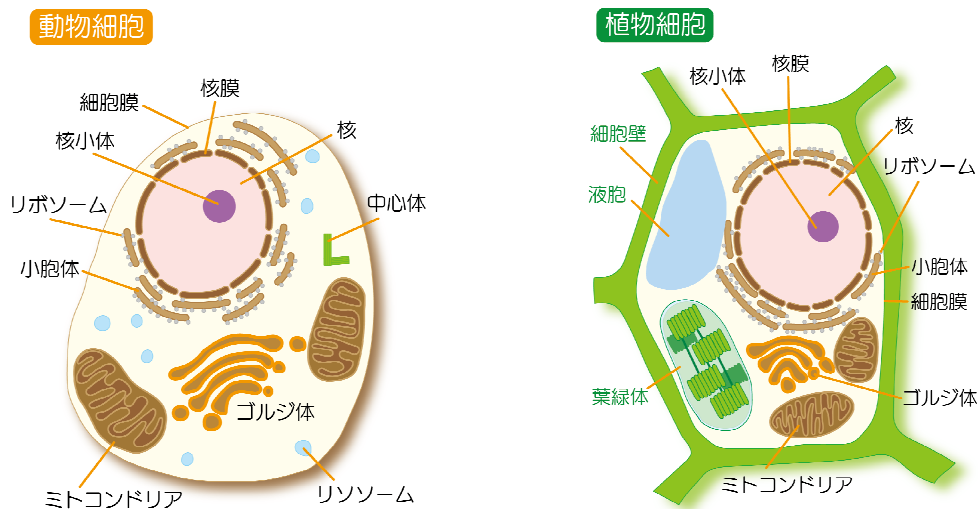
한편, 아미노산(amino 酸)의 비료 효과에 대해, 1970~80년대에 동경대(東大)의 모리(森)氏와, 니시자와(西澤) 氏는 벼(*Oryza sativa*)나 보리(*hordeum vulgare*)를 각종 아미노산(amino 酸)을 유일한 질소원(窒素源)으로 하여 다른 성분은 무기 성분(無機 成分)으로 수경 재배 실험(水耕栽培 実験)을 실행했습니다.

대조(対照)군으로서의 질산성 질소(硝酸性 窒素)에 비해, 식물의 생육이 대체로 동등하거나 열등했지만, 냉해(冷害) 등의 저온(低温)·저조도 조건(日照不足 条件)에 한해서는 글루타민(glutamine), 아스파라긴(asparagine), 아르기닌(arginine) 등 분자 내 질소 함량(窒素 含量)이 높은 아미노산(amino 酸)이 질산성 질소(硝酸性 窒素)보다 우수한 생육을 보이는 경우가 관찰되었습니다.



- ① アスパラギン酸(시계 방향으로)
- ② チロシン
- ③ グリシン
- ④ プロリン
- ⑤ アラニン
- ⑥ セリン
- ⑦ アルギニン
- ⑧ システイン
- ⑨ グルタミン
- ⑩ グルタミン酸
- ⑪ アスパラギン

- ① 아스파라긴산(Asparagine acid)
- ② 티로신(Tyrosine)
- ③ 글리신(Glycine)
- ④ 프롤린(Proline)
- ⑤ 알라닌(Alanine)
- ⑥ 세린(Serine)
- ⑦ 아르기닌(Arginine)
- ⑧ 시스테인(Cysteine)
- ⑨ 글루타민(Glutamine)
- ⑩ 글루탐산(Glutamic acid)
- ⑪ 아스파라긴(Asparagine)



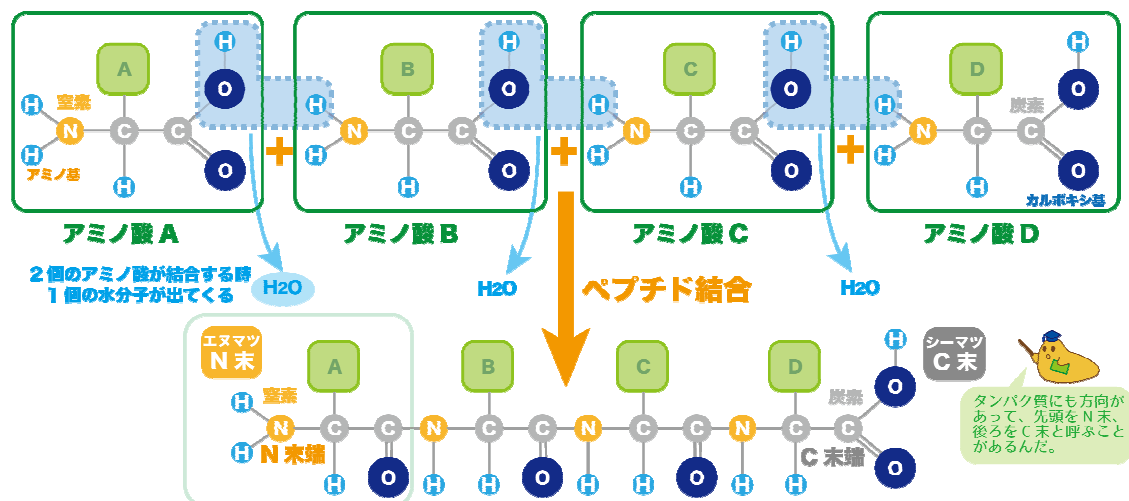
동물 세포(動物 細胞)와 식물 세포(植物 細胞)의 모식도입니다.

이는 냉해(冷害) 시에는 조도(照度)가 약해 광합성 능력(光合成 能力)이 감소하여, 아무리 무기태질소(無機態 窒素)의 암모니아나 질산(硝酸)을 뿌리에서 흡수시켜도, 광합성으로 생성된 탄소 동화 생성물(炭素 同化 産物)이 부족하여 아미노산(amino 酸)이나 단백질로 합성될 수 없어서 식물 세포에 축적(集積)되어 생육에 나쁜 영향을 미치기 때문입니다.

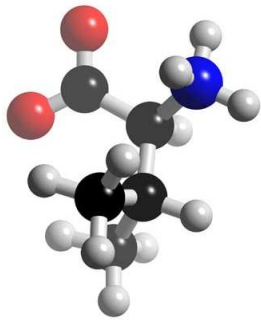
만약 질소(窒素)를 아미노산 형태로 흡수된다면, 체내 아미노산 간의 대사(代謝)가 원활하게 이루어져 단백질 합성도 원활하게 진행되어 조직이 건전성(健全性)을 유지하고, 나쁜 환경에 기인(起因)하는 생육 장애를 어느 정도 해소할 수 있지 않을까 추측됩니다(資料 4).

タンパク質

アミノ酸とアミノ酸がペプチド結合でつながって出来たもの



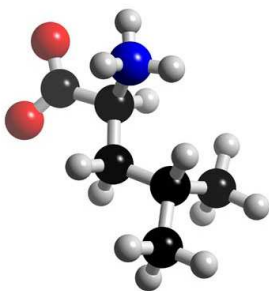
생물의 몸이나 세포를 구성하고 있는 주된 성분이며, 세포 내의 다양한 화학 반응을 수행하는 효소도 그 실체는 단백질입니다. 단백질은, 살아가는 데 매우 중요한 기능을 수행합니다. 예를 들어, 인간의 경우 근육이나 내장 등의 구성 성분이며, 병원균 등의 외부 적을 공격하는 면역 등을 담당하는 것도 단백질입니다. 이러한 생물 활동에 관여하고 있는 단백질은 10만 종류 이상이라고 합니다. 그중에서 개별 조직이나 기능별로 공통으로 필요한 단백질도 있지만, 조직별로 다른 단백질도 있습니다. 이는 단백질의 종류에 따라 작동 방식이 다르기 때문입니다.



단백질은 모든 살아있는 유기체(有機體)에서 발생하는 큰 생체 분자(生體 分子)입니다. 모든 단백질은 긴 사슬로 서로 연결된 많은 아미노산 단위로 구성되어 있어서 화학적으로 유사합니다.

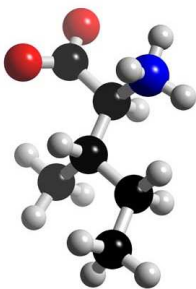
아미노산은 모든 단백질이 만들어지는 구성요소입니다. 이름에서 알 수 있듯이 아미노산은 두 가지 작용성(官能基)이 있습니다. 그들은 염기성(塩基性) 아미노 基와 산성(酸性) 카복실 基를 모두 포함합니다.

◀ **발린(バリン, valine)**, 1901년 독일의 화학자 에밀 피셔가 카세인에서 최초로 분리했다. 가금류와 포유류의 경우 발린은 체내 합성이 불가능하므로 음식물로부터 섭취해야 하는 필수 아미노산이다. 그러나 식물과 미생물은 탄수화물의 분해 산물인 피루브산에서 발린을 합성할 수 있다.



◀ **류신(ロイシン, Leucine)**, 류신은 단백질의 생합성에 사용되는 필수 아미노산이며. 류신은 α -아미노산이며, α -아미노기(생물학적 조건에서 양성 자화된 $-NH_3^+$ 형태), α -카복실기(생물학적 조건에서 탈 양성 자화된 $-COO^-$ 형태) 및 곁사슬인 아이소뷰틸 기를 포함하고 있다.

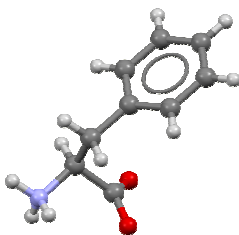
류신은 비극성 지방족 아미노산이다. 류신은 사람에게 필수적인 아미노산이지만 체내에서 합성되지 않음으로 음식을 통해서 섭취해야 한다. 사람은 육류, 유제품, 콩 제품, 기타 콩류와 같은 단백질을 함유한 식품으로부터 비교적 쉽게 류신을 얻을 수 있다.



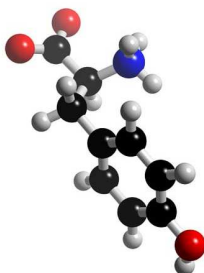
◀ **아이소류신(イソロイシン, isoleucine)**, 단백질에 가장 흔히 들어 있는 아미노산. 단백질 무게의 2~10%를 차지하며, 1904년에 혈액 응고 단백질인 피브리에서 최초로 분리했다.

미생물과 식물은 트레오닌이라는 아미노산에서 합성하나 병아리·집쥐인간 등 그 밖의 고등동물은 필수 아미노산의 하나로 체내에서 합성되지 못하고 음식물로부터 섭취해야만 한다) 등의

분지 아미노산(分枝アミノ酸, branched chain amino acid), 천연 아미노산 중 발린, 류신, 아이소류신의 총칭



◀ **페닐알라닌(フェニルアラニン, phenylalanine)**, 페닐알라닌은 적혈구 세포의 산소 운반 색소인 사람의 헤모글로빈에 가장 많이 들어 있으며, 무게의 약 9.6%를 차지한다. 페닐알라닌은 1881년 루핀 속 식물의 묘목에서 최초로 분리되었고, 조류와 포유류의 몇 가지 필수 아미노산 중의 하나이다. 즉 조류와 포유류는 페닐알라닌을 스스로 합성할 수 없으므로 음식물로부터 섭취해야 한다. 미생물들은 탄수화물의 분해생성물인 포도당과 피루브산으로부터 페닐알라닌을 합성한다.

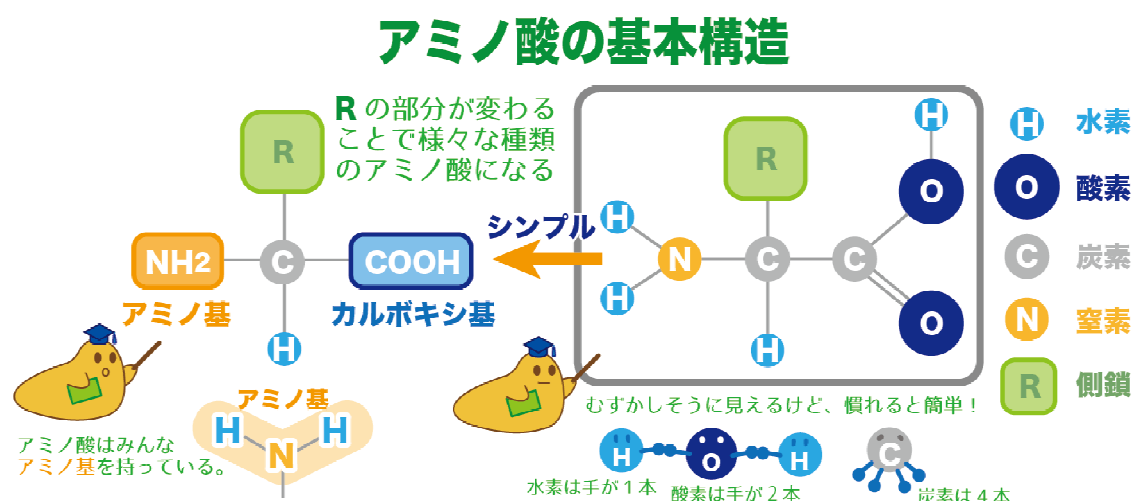


◀ **타이로신(チロシン, tyrosine)**, 1849년 카세인에서 처음 분리된 타이로신은 특히 호르몬의 일종인 인슐린에 많고, 또 파파야 열매에 있는 효소인 파파인 그 무게의 13%가 타이로신(tyrosine)이다.

타이로신(tyrosine)은 어떤 동물에서는 합성되지 않기 때문에 음식물에서 공급받아야 하는 필수 아미노산 중 하나이다. 그러나 일부 종의 동물은 필요할 때마다 페닐알라닌(가금류와 포유류에서도 이것은 필수 아미노산임)을 타이로신으로 전환할 수 있다.

같은 방향족 아미노산(芳香族アミノ酸)은 식물에 흡수되면, 생육에 나쁜 영향을 미치는 것이 많은 연구에서 확인되었습니다. 그 이유는 이러한 아미노산들이 식물 세포 내에서의 아미노산 대사(代謝, metabolism)의 흐름에서 볼 때 끝에 위치하는 아미노산(amino 酸)이므로, 직접 흡수(直接吸収)되어도 단백질에 통합되는 것 외에는 쉽게 다른 아미노산으로 대사(代謝)되기 어렵습니다. 따라서, 과도(過剩)하게 주면, 뿌리(根)나 잎(葉)이나 이삭(穗)의 기형화(奇形化) 등의 생육 저해(生育 阻害)를 일으키는 것을 피할 수 없습니다.

또한, 많은 연구에서 단일 아미노산(amino 酸)인 글루타민(glutamine)이나 아스파라긴(asparagine)에 비해 아미노산 혼합물(amino 酸 混合物)을 제공했을 때 그 효과가 더 떨어진다는 결과가 많습니다. 이는 식물체 내(植物体 内)의 아미노산과 단백질 대사와 관련이 있다고 생각합니다. 그림 1에 나타난 것처럼 식물 세포 내(植物細胞 内)에서 흡수된 ① 암모니아에서 먼저 ② 글루탐산이 만들어지고, 이어서 글루탐산에서 ③ 아스파라긴산과 ④ 알라닌이 만들어집니다. 그 후, 이 3종류의 아미노산에서 다양한 아미노산이 생성됩니다.



세포 내의 아미노산 대사 경로(amino 酸 代謝 経路) 중간이나 끝에 있는 아미노산은 다른 아미노산으로 전환(轉換)하기 어렵기 때문에, 단백질 합성 이외의 활용 가치가 낮고, 과잉일 경우 해로울 수도 있다는 가능성을 부정할 수 없습니다. 따라서 외부에서 공급된 모든 아미노산이 식물의 생육에 유리하게 작용하는 것은 아닙니다.

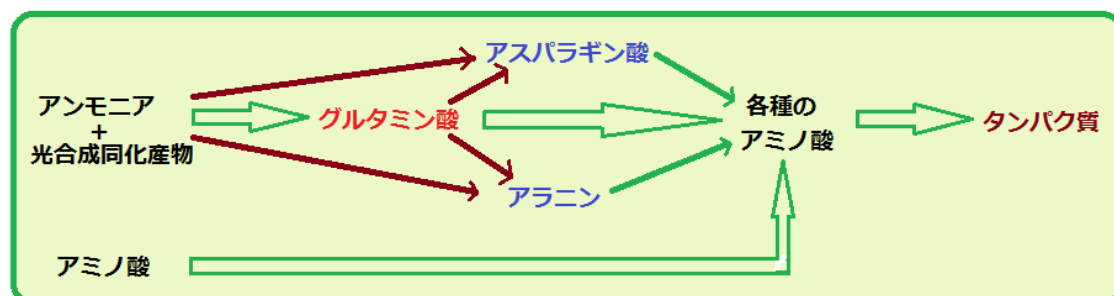


그림 1. 식물 세포 내 단백질 합성의 흐름

식물 세포 내에서의 아미노산의 움직임은 아직 완전히 밝혀지지 않았지만, 무기태질소(無機態窒素)와는 다른 작용이 있다는 것은 연구 결과로 명백해졌습니다. 따라서, 식물이 아미노산을 어느 정도 흡수 이용하며, 무기태질소와는 다른 작용이 있다고 생각해도 무방합니다.

그러나, 동·식물 단백질이 풍부한 채종박(菜種粕), 어분(魚粉) 등이 토양에 사용되면, 그 안에 있는 단백질이 미생물(微生物)에 의해 분해됨에 따라, 토양 중의 아미노산 농도가 크게 상승(上昇)하는 연구가 있습니다(자료 6). 따라서, 단백질을 함유하는 유기비료(有機肥料)이든, **유리 아미노산**(free amino acids, 遊離アミノ酸)의 유무와 관계없이, 토양 사용의 경우는 같은 비료 효과(肥料 効果)가 있다고 생각합니다.

또한, 식물 종류(植物種類)에 따라 아미노산의 비료 효과(肥料 効果)가 크게 다르다는 것도 보고되어 있습니다. 즉, 아미노산의 이용에 있어서 식물들 사이에 차이가 있다고 생각합니다. 그러나, 그 메커니즘은 불명확합니다(자료 7).

1990년대부터 일부 비료 제조업체에서 '**아미노산 비료**'「アミノ酸肥料」라는 상품명으로 아미노산을 함유한 비료(アミノ酸入り肥料)를 판매하고 있습니다. 특히 **엽면 살포용 액비**(葉面散布用 液肥)로 어느 정도 인지도(認知度)를 얻고 있습니다. 시중에 판매되고 있는 아미노산 비료는 그 아미노산 원료의 유래(由来)에 따라 크게 세 가지로 나뉩니다.

① 동·식물 단백질을 원료로 가수분해(加水分解)하여 얻은 아미노산을 사용하는 것.

그 특징은 여러 종류의 아미노산을 가진 혼합 아미노산(混合 amino 酸)일 뿐만 아니라, 아미노산 이외의 분해 산물(分解産物)도 많이 포함되어 있습니다.

그림 2는 동물 유래 단백질(動物 由来, 콜라겐, 젤라틴)의 가수분해액(加水分解液)을 사용하는 아미노산 액체 비료 상품(アミノ酸 液肥 商品)의 사진입니다.



그림 2. 동물성 단백질의 가수분해액(加水分解液)을 원료로 하는 액비

② 미생물 발효(微生物 発酵)로 생성된 아미노산을 사용하는 것.

비용 면에서는 식품(食品)이나 사료용 아미노산(飼料用 amino 酸)의 정제 공정(精製工程)에서 발생한 잔액(残液)을 사용하는 경우가 많습니다. 그 특징은 단일 아미노산이나 몇 가지 아미노산만으로 구성되어 있고, 이물질(異物質)이 적으며, 아미노산 함량(amino 酸 含有量)도 높습니다.

그림 3은 당밀(糖蜜) 등을 원료로 하여 미생물 발효(微生物 発酵)로 아미노산을 생산할 때 발생한 아미노산 잔액(amino 酸 残液)을 원료로 하는 아미노산 비료의 사진입니다. A는 액비 타입(液肥 Type)으로, 아미노산 농도(amino 酸 濃度)가 15% 이상입니다. B는 아미노산 잔액(amino 酸 残液)을 첨가(添加)하여 그레놀 화(造粒)한 고체(固形)의 화학 비료입니다.



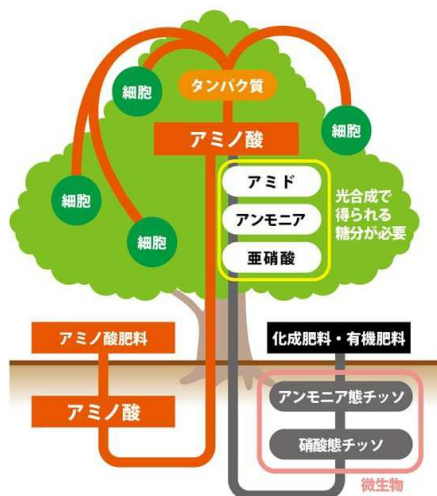
그림 3. 발효법으로 아미노산을 생산하는 과정의 잔액(殘液)을 원료로 하는 아미노산 비료

③ 쌀겨나 대두박(大豆粕) 같은 농축산 폐기물(農畜産 廃棄物)을 발효시킨 것 또는 피쉬 솔루블(Fish Soluble)* 같은 어업 폐기물(漁業 廃棄物)을 사용하는 것입니다.

그 특징은 아미노산의 종류(種類)와 함유량(含有量)이 전혀 불명확(不明)하며, 아미노산 이외의 성분들이 매우 많아, 보통의 유기비료(有機肥料)와 거의 차이가 없습니다. 그림 4는 농축산 폐기물(農畜産 廃棄物)을 발효(発酵)시키고, 미생물(微生物)로 단백질을 아미노산으로 분해한 것을 원료(原料)로 하는 아미노산 비료(amino 酸 肥料)입니다.



* ◀ 피쉬 솔루블(Fish Soluble): 어류로부터 얻은 신선한 액상물(液状物)을 농축(濃縮)한 가축 사료. 원료에 따라 어즙계(魚汁系), 내장계(内臓系), 육질계(肉質系)의 각 솔루블로 나눌 수 있다. 어즙계 솔루블(魚汁系 Soluble)이란 피쉬 밀(fish meal, 생선가루로 만든 가축 사료)의 제조 공정(製造工程)에서 부산물로 생성된(副生) 김으로 찌서 익히는 액(煮熟液, 쿠키 드레인(cooker drain))이나 압착액(圧搾液)을 원심분리(遠心分離)하고, 고형분(固形分)과 유지(油脂)를 제외하고 농축(濃縮)한 것으로, 일본의 피쉬 솔루블 생산량의 과반(過半)을 차지한다.



주의해야 할 것은, 시중에 판매되는 아미노산 액비(amino 酸液肥)라고 해도, 그 내용은 아미노산을 함유하는 용액에 요소(尿素)나 인산 암모늄(MAP), 인산칼륨(MPK)과 미량 원소(微量元素) 등을 녹인 것입니다. 실제로는 양액 재배 비료(養液 栽培 肥料)나 옆면 살포용 비료(葉面 散布用 肥料)의 처방(処方)을 기반(Base)으로 물 대신 아미노산액(amino 酸 液)을 사용하는 것이고, 일부는 흑설탕(黑糖) 등을 첨가(添加)하는 때도 있습니다.

보증 성분(保証 成分)은 아미노산(amino 酸)이 아니라, 배합(配合)하고 있는 화학 비료에서 유래(由来)하는 것이 많으며, 비료 등록(肥料登録)도 액체 복합 비료(液体 複合 肥料)로서 등록되는 것에 주의해야 합니다. 그 이유는 아미노산(amino 酸)만의 성분이 비료로서 인정

받지 못하고, 비료 등록이 불가능하기 때문입니다.



그림 4. 동식물 원료를 발효(発酵)시킨 것을 원료로 하는 아미노산 비료입니다.

고형(固形)의 아미노산 함유 화학 비료(amino 酸入り化成肥料)도 대체로 요소(尿素)나 황산 암모늄(硫酸), 염화칼륨(塩化 加里) 같은 화학 비료에 쌀겨나 콩깻묵 등 농축산 폐기물(農畜産 廃棄物)을 첨가하여 제조한 것입니다. 당연히 화학 비료의 명의(名義)로 비료 등록을 할 수밖에 없습니다.

또한 아미노산의 공업 발효 방법(amino 酸 工業 発酵法)으로 배출(排出)된 발효 잔사(発酵 残渣, 주로 발효균(発酵菌)의 균체(菌体))를 원료로 하여 만든 화학 비료도 아미노산 함유 비료(amino 酸入り肥料) 또는 아미노산 유기 함유 비료(amino 酸有機入り肥料)라는 이름으로 판매될 수 있습니다. 이 타입의 원료는 균체 비료(菌体 肥料)에 속하며, 다른 균체 비료(菌体 肥料)와 같이 취급됩니다.



아미노산 유기 함유 비료



아미노산 함유 화학 비료

이상의 것들을 요약하면, 유리 아미노산(遊離 amino 酸)을 가진 액상 비료(液肥)는, 일기 불순(天候不順)으로 식물 생육(植物 生育)이 나쁜 경우에는, 옆면 살포(葉面散布)를 통해 아미노산이 직접 흡수(直接 吸収)되어, 식물의 생육 개선(植物 生育 改善)에 일정한 효과가 있다고 생각됩니다.

고형(固形)으로 만든 아미노산 함유 비료(amino 酸入り肥料)는, 토양에 사용되었을 때는, 먼저 토양 미생물(土壤 微生物)에 의해 분해(分解)된 후 식물에 흡수(吸收)되므로, 비료 효과(肥料 効果)에 영향을 미치는 요인은 질소 함량(窒素含有量)이며, 아미노산(amino 酸)인지 아닌지의 형태는 중요한 것이 아닌 것 같습니다.

資料 1 : Mori S, Nishizawa NK: Nitrogen absorption by plant root from the culture medium where organic and inorganic nitrogen coexist. II. Which nitrogen is preferentially absorbed among [u-14C]GluNH₂, [2,3-3H]Arg and Na¹⁵NO₃? Soil Sci Plant Nutr 25: 51-58 (1979).

資料 2 : Mori S: Primary assimilation process of triply (15N, 14C and 3H) labelled arginine in the roots of arginine-fed barley. Soil Sci Plant Nutr 27: 29-43 (1981).

資料 3 : Frommer WB, Hummel S, Riesmeier JW: Expression cloning in yeast of a cDNA encoding a broad specificity amino acid permease from Arabidopsis thaliana. Proc Natl Acad Sci USA 90: 5944-5948 (1993).

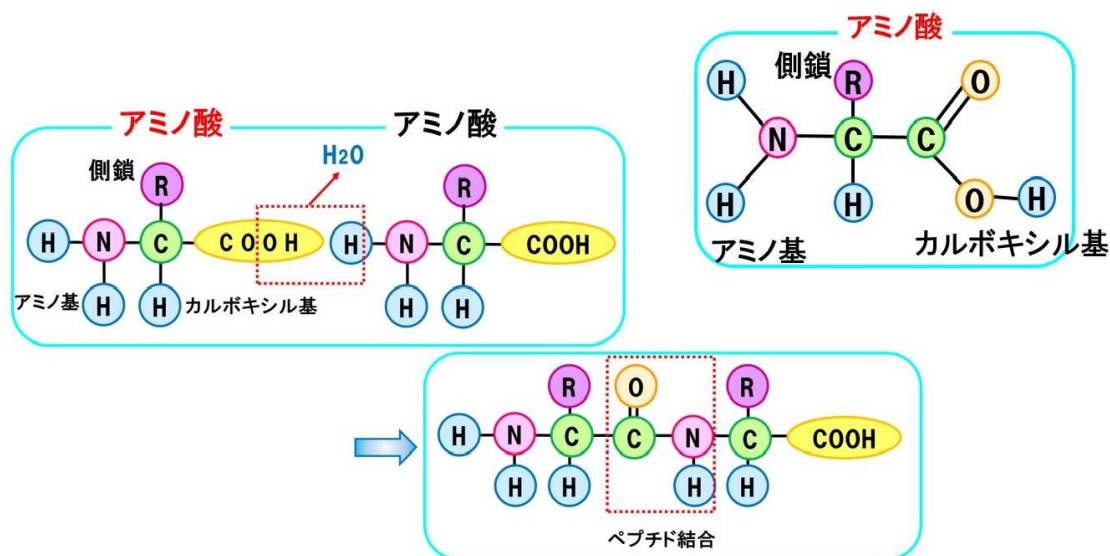
資料 4 : Mori S, Nishimura Y, Uchino H: Nitrogen absorption by plant root from the culture medium where organic and inorganic nitrogen coexist. I. Effect of pretreatment nitrogen on the absorption of treatment nitrogen. Soil Sci Plant Nutr 25: 39-50(1979).

資料 5 : 二瓶直登 : 植物のアミノ酸吸収・代謝に関する研究、福島農総セ研報 2 : 21-97 2010

資料 6 : 池ヶ谷賢次郎、平峯重郎 : 茶園土壌中におけるなたね粕および魚粕の分解に伴う無機態窒素とアミノ酸の生成. 茶業技術研究 (53) ,65-73,(1977)

資料 7 : 東京大学放射線環境工学研究室HP

: <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/radio-plantphys/ret/themes.html>



아미노산(amino 酸)이 빛을 발하는 시기(時期)

장마(梅雨)에 의한 습해(湿害)·일조 부족 대책(日照 不足 対策)을

- 엽면 살포(葉面 散布) -

① 엽면 살포(葉面 散布)란

식물은 양분을 뿌리에서 흡수(吸收)할 뿐만 아니라, 잎 표면(葉面)으로부터도 흡수(吸收)할 수 있습니다(엽면 흡수(葉面 吸收)). 비료 성분(肥料成分)을 수용액(水溶液)으로 하여 전착제(展着劑)를 첨가하여 잎 표면(葉面)에 분무(噴霧)하고, 잎으로부터 양분을 보급하는 것을 **엽면 살포(葉面 散布)**라고 하며, 웃거름(追肥)의 일종입니다.

② 엽면 살포(葉面 散布)의 장점

잎에 직접 양분(直接養分)을 액비(液肥)로 시비(施肥)하기 때문에 영양 흡수(栄養吸收)에 즉효성(即効性)이 있습니다. 또, 뿌리나 줄기가 약해져 있는 상태에서도 잎으로부터 영양 보급(栄養 補給)을 시행하는 것이 가능합니다. 식물이 필요로 하는 영양분을 최적(最適)의 타이밍으로 줄 수 있습니다. 영양 주기(栄養 周期)에 있는 타이밍에 양분(養分)의 살포(散布)가 가능하므로 작물(作物)의 품질 향상(品質向上)에 기대(期待)할 수 있습니다.

③ 엽면 살포(葉面 散布)의 방법과 시간

엽면 살포(葉面 散布)를 할 때는 농도(濃度)에 주의할 필요가 있습니다. 살포액(散布 液)이 적정 농도(適正濃度)가 아닐 경우나 강한 일사(強日射)나 건조(乾燥)로 인해 낮 동안 급속히 건조(乾燥)될 경우, 고농도(高濃度)가 되기 쉬워 잎이 타는(葉 焼け) 등의 장애(障害)가 발생할 가능성이 있습니다. 시비액(散布 液)의 농도(濃度)는 규정 값(規定 値)보다 묽게 희석(希釈)하는 것이 안전하다고 알려져 있습니다.

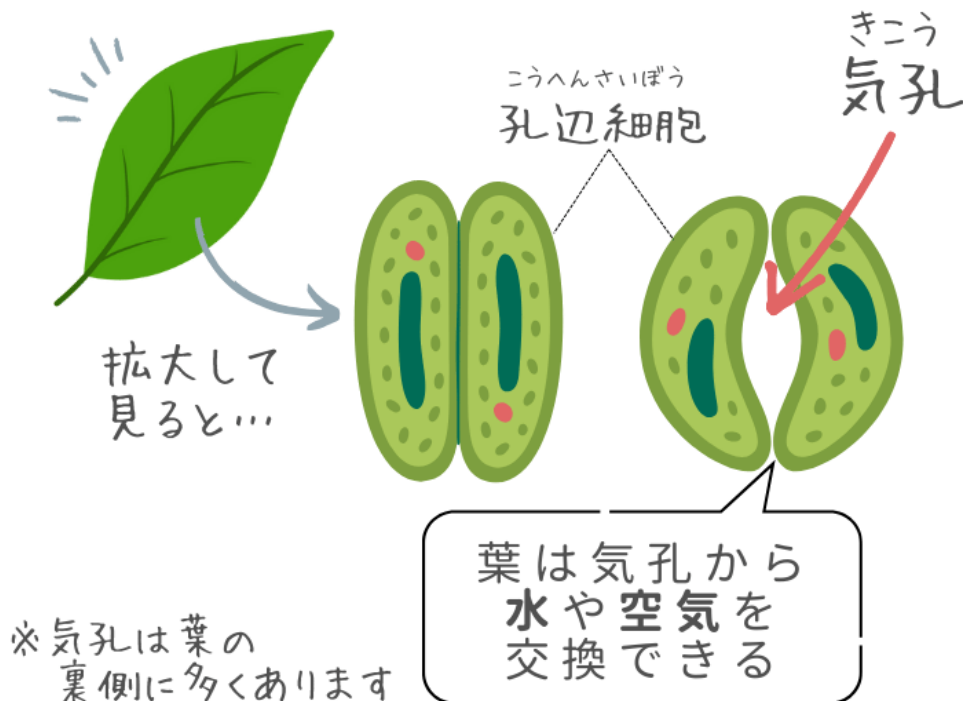


● 살포액(散布液)은 규정치(規定値)보다 묽은 것이 안전합니다.

앞면 살포(葉面 散布)를 실시하는 시간대(時間 帯)는 관수(灌水)와 마찬가지로 식물의 활동이 활발해지는 아침이 효과적이라고 합니다. 그러나 여름에는 건조(乾燥)를 막기 위해 식물이 숨구멍(氣孔)을 닫고 활동이 약(弱)해지기 쉽습니다. 따라서 아침에 살포(散布)하면 엽면(葉面)의 살포액(散布 液)이 흡수(吸収)되지 않고, 기온 상승(氣溫 上昇)에 따라 수분(水分)이 증발(蒸発)하여 농도 장애(濃度 障害)가 발생할 가능성이 커집니다.

저녁은 하우스 내의 습도(湿度)가 높아지고 있어서, 옆면 살포(葉面 散布)하면 마르지 않고 곰팡이 系(Fungi)의 병(病)이 될 가능성이 있으므로 주의(要注意)입니다.

온도가 30도를 초과하면 식물의 잎이 약해질 가능성이 크고 살포액(散布 液)이 고농도(高濃度)가 되어 약해(藥害)가 발생할 위험성(危險性)이 높아집니다. 고온 시에는 살포(散布)하지 않도록 주의하십시오.



● 여름(夏)의 엽면 살포(葉面 散布)는 하우스 내의 온도 습도(溫度 湿度)를 보면서 실행합니다. 기본(基本)은 아침(朝).

④ 엽면 살포(葉面 散布)가 필요한 경우

□ 뿌리(根)가 약(弱)해져 있을 때

비료 화상(肥料やけ)이나 과습(過湿)으로 뿌리가 약해 있을 때는 흙 속에 영양이 있어도 뿌리로부터의 영양 보급(栄養 補給)을 할 수 없습니다. 옆면 살포(葉面 散布)하고 수세(樹勢)를 유지(維持)해야 합니다. 단, 어디까지나 일시적으로 조치(措置)가 되기 때문에, 뿌리를 개선하지 않는 한, 장기적인 수세(樹勢)의 회복(回復, 초세 유지나 수량 확보)에는 연결되지 않으므로 주의가 필요합니다.

□ 겨울철의 기온(氣溫)이 낮을 때

겨울철에 기온이 낮을 때는, 저 지온(低 地溫)이 되어 뿌리(根)의 활동이 둔해집니다. 뿌리(根)로부터의 비료분(肥料分)의 흡수(吸收)를 기대할 수 없으므로, 잎면 살포(葉面 散布)는 효과적이라고 말해지고 있습니다.

□ 계속해서 흐린 날씨가 이어지고 있을 때

흐린 날이 계속되면 작물의 활동이 둔해지고 토양의 비료 성분(肥料成分)을 흡수하지 않는 경우가 있습니다. 이럴 때 영양을 보충하기 위해 잎에 직접 비료(葉面 散布)를 뿌리는 엽면 살포(葉面 散布)를 하는 것이 좋다고 알려져 있습니다. 흐린 날씨로 인해 약해진 작물의 생기(樹勢)를 회복(回復)시키고 기온을 위해 종종 이런 조치를 하는 것 같습니다.

⑤ 잎면 시비 제(葉面 散布 剤)의 특징(特徴)과 종류(種類)

○ 아인산계(亜リン酸 系)

일조 부족(日照不足)일 때 작물(作物)은 탄산동화작용(炭酸同化作用, carbon dioxide assimilation reaction)이 저하되어 질소(窒素)가 우선적(優先的)으로 흡수(吸收)되고 체내(体内)의 C/N 비율(率)이 낮아집니다. 결과적으로 품질(食味)·소비기한(日持ち)도 저하됩니다. 아인산(亜磷酸, phosphorous acid)은 엽면(葉面)에서의 흡수(吸收)가 빠르므로 체내(体内)의 질소(N)·인산(P)·칼리(K)의 균형이 급속히 개선되어 품질 저하(品質 低下)를 막을 수 있습니다.

