

令和7年度入学
宮城大学大学院食産業学研究科（博士前期課程）
一般選抜試験問題（専門科目）

試験科目名 生産環境情報学

【解答例】

1. 農耕地における炭素の動態

炭素（C）は、農耕地の土壌や植物、生態系全体の機能を支える重要な元素であり、主に有機物として蓄積される。農耕地では、大気中の二酸化炭素（CO₂）が植物によって光合成され、有機物として固定される。固定された炭素は、一部は水溶性有機物として根から放出されるが、大部分は植物体や根に蓄えられ、収穫や落葉、根の分解などを通じて土壌に供給される。

土壌中の炭素は、土壌有機物（腐植、微生物の死骸、分解途中の有機物）または土壌無機炭素（炭酸塩など）の形態で主に存在する。ただし、炭酸塩はアルカリ性の土壌が中心である。

土壌有機物は、生物による分解を受け、生物にエネルギー源として利用される。この過程で、呼吸によりCO₂が放出される。また、土壌微生物は、炭素を安定的な腐植に変換し、長期的に炭素を蓄積する役割を果たすと考えられている。適切な管理が行われなければ、土壌有機物の分解が促進され、CO₂の排出が増加する。さらに、土壌有機物の管理を適切に行うことで腐食を中心とした土壌有機物を一定の水準に保つことが土壌の生産力を維持する上で重要となる。

以上のように、炭素は二酸化炭素として大気にあるものが光合成により有機物として土壌に持ち込まれ、そこで徐々に分解しながら二酸化炭素として大気に戻り循環をしている。土壌に持ち込まれた有機物は、分解の過程で土壌腐植に変化し、比較的安定な形態で土壌の機能を高める。

2. 土壌肥沃度を高めるための土壌有機物管理方法

土壌肥沃度とは、作物の生育を支える土壌の性質であり、物理性・化学性・生物性が総合的に影響を与える。土壌肥沃度を向上させるためには、有機物の管理が重要であり、特に堆肥や有機資材の施用、および作物残渣の土壌還元が有効な方法とされる。

まず、堆肥や有機資材の施用では、有機資材（緑肥や落ち葉、藁などの有機物）や、それらを中心とした堆肥を土壌に施用することで、有機物を補給し、土壌の物理性・化学性・生物性を改善できる。この方法の有効性として、第一に土壌の団粒構造

の形成が挙げられる。堆肥の施用により土壤微生物が活性化し、土壤中の有機物が分解・再構築されることで団粒構造が形成される。これにより、通気性や保水性が向上し、根の生育が促進される。第二に、養分供給の持続性が確保できる点も重要である。堆肥は窒素・リンなどの必須元素を徐々に放出するため、化学肥料のような即効的な効果ではなく、緩効的な養分供給が可能となる。

次に、作物残渣の土壤還元について説明する。作物の茎や葉などの残渣あるいは緑肥として収穫物を目的としない作物をそのまま土壤に残すことで、有機物を循環させる方法である。この方法の有効性として、第一に有機物の蓄積がある。作物残渣が土壤に分解されることで、腐植の形成が促進され、有機炭素が長期的に蓄積される。第二に、微生物活性の向上も期待できる。新鮮な有機物を分解する過程で土壤微生物の活動が活発化し、各種の有用微生物が増殖しやすくなる。これにより、土壤の生態系が健全化し、作物の生育を助ける。

以上のように、堆肥や有機資材の施用、作物残渣の土壤還元といった有機物管理を適切に行うことで、土壤肥沃度を向上させ、作物の健全な生育を促すことができる。

3. 二酸化炭素排出の削減方法

農業由来の二酸化炭素排出を削減するためには、耕起や化学肥料使用の削減、炭素固定能力の向上などが有効である。特に、省耕起・不耕起農法の導入と被覆作物（カバークロープ）の利用が重要な方法とされる。

まず、省耕起・不耕起農法の導入について述べる。従来の耕起農法では、土壤の有機物が急速に分解され、大量の二酸化炭素が放出される。これは、耕起により土壤が細かくなり酸素に触れることで分解が進むことによる。一方で、省耕起や不耕起農法では、土壤をなるべく攪乱せず、有機物の分解を抑制できる。この方法は、土壤の生態系の安定化が促進される点も重要である。具体的にはミミズや微生物などの土壤生物の生息環境が改善され、作物生産に良い影響が期待できる。

次に、被覆作物（カバークロープ）の利用について説明する。カバークロープとは、作物を栽培しない時期に植えられる植物であり、土壤侵食の防止や有機物の供給に役立つ。この方法は植物による光合成による炭素固定物を有機炭素として土壤に蓄積する。したがって、積極的に二酸化炭素を大気から吸収することが期待できる。さらに、窒素肥料の使用削減が可能になる点も重要である。豆科のカバークロープを利用することで、共生する窒素固定菌により土壤中の窒素供給が促進され、化学肥料の使用量を削減できる。化学肥料の製造には大量のエネルギーを消費し、二酸化炭素を排出するため、その削減は温暖化防止に貢献する。