

目 次

第1章 植物栄養学の歴史	1
1. 腐植説.....	1
2. 無機栄養説と最小養分律.....	2
3. 肥料の誕生.....	4
4. 水耕（溶液）栽培の確立.....	7
5. 必須元素の要件.....	9
6. 植物栄養と動物栄養.....	11
第2章 光合成と呼吸	13
1. 明 反 応.....	14
1) 電子伝達反応を生み出し H^+ をルーメン内部へためる仕組み	15
2) ATP 生成反応	17
3) 酸化障害の可能性とその回避機構.....	17
2. 暗 反 応.....	20
1) カルビン・ベンソン回路	20
2) ショ糖・デンプン合成反応.....	22
3. 光 呼 吸.....	24
4. C_4 光合成と CAM 光合成.....	25
1) C_4 光合成	26
2) CAM 光合成	27
5. 呼 吸.....	28
1) 解糖系.....	28
2) TCA 回路	30
3) 呼吸鎖電子伝達系と ATP 生産	30
4) H^+ 輸送に共役しない電子伝達系	31

6. 植物の物質生産	32
第3章 植物の構造と水, 植物栄養素の輸送	35
1. 土壌中の栄養素の動態	35
1) 土壌の成立ちと荷電	35
2) 陽イオンと陰イオンの挙動	36
3) 土壌の pH と栄養素の有効性	36
2. 水ポテンシャルと水の吸収	37
1) 水の移動を駆動する力と植物体における水輸送経路	38
2) 水ポテンシャルと水透過性	38
3) 水輸送とアクアポリン	40
4) アクアポリンの機能	41
3. 膜輸送	42
1) 膜の透過性	42
2) 膜電位	43
3) 受動輸送と能動輸送	44
4) 輸送体の種類	45
5) プロトン駆動力と二次能動輸送	47
6) 輸送体の細胞内輸送	48
4. 植物の構造と輸送経路	48
1) 木部と節部	49
2) 根の構造と養水分の輸送経路	50
3) 長距離輸送	54
第4章 植物の必須多量元素	65
1. 窒素	65
1) 窒素の生理機能	65
2) 土壌中の窒素の形態	67
3) 窒素栄養の吸収と輸送	67
4) 窒素の再転流	73
5) 代謝	75
6) 窒素栄養のシグナル伝達	85

7) 窒素固定	89
8) 窒素利用効率の向上に向けて	95
2. イ オ ウ	96
1) イオウの生理作用	96
2) イオウの吸収と同化	99
3) イオウ代謝の調節	102
4) 農業現場におけるイオウの欠乏および過剰, 施肥	103
3. リ ン	104
1) 土壌中のリンと輸送	104
2) 菌 根 菌	114
4. カ リ ウ ム	118
1) 土壌中のカリウムと生理作用	118
2) カリウムの吸収と輸送	121
5. カ ル シ ウ ム	124
1) 土壌中のカルシウム	124
2) 植物のカルシウム栄養	125
3) カルシウムの吸収と体内輸送	131
6. マ グ ネ シ ウ ム	132
1) 土壌中のマグネシウムと生理作用	132
2) マグネシウムの吸収と輸送	135
3) 欠乏症および過剰症	136
第5章 植物の必須微量元素	139
1. 鉄	139
1) 土壌中の鉄	139
2) 生体中の鉄の化学形態	140
3) 鉄の生理機能	141
4) 鉄の吸収機構	142
5) 鉄の体内輸送機構	145
6) 鉄欠乏誘導性遺伝子の発現制御機構	146
7) 鉄欠乏耐性植物の創出	149
2. 銅	150

1) 土壌中の銅と栄養特性	150
2) 銅の生理作用と銅タンパク質	150
3) 銅の輸送	152
3. マンガン	155
1) 土壌中のマンガンと栄養特性	155
2) マンガンの生理機能	157
3) マンガンの輸送	158
4. 亜鉛	161
1) 土壌中の亜鉛と生理作用	161
2) 亜鉛吸収に関わる輸送体	162
3) 根から地上部への長距離輸送に関与する輸送体	164
4) 亜鉛の優先的分配に関わる輸送体	164
5) 亜鉛輸送の制御	166
5. モリブデン	166
1) 土壌中のモリブデン	166
2) モリブデンの生理機能	167
3) 輸送機構	169
6. ニッケル	171
1) ニッケルの栄養生理と吸収機構	171
7. ホウ素	176
1) 土壌中のホウ素	177
2) ホウ素の生理機能	177
3) ホウ素の欠乏と過剰	181
4) ホウ素の吸収と移行	183
8. 塩素	187
1) 土壌中の塩素	187
2) 塩素の欠乏と過剰	188
3) 植物における塩化物イオンの機能	189
4) 塩素の吸収と地上部への移行	191
第6章 植物の有用元素	193
1. ケイ素	193

1) ケイ素の生理機能	194
2) イネに対するケイ素の効果	198
3) ケイ素の吸収, 移行, 集積	199
2. アルミニウム	208
1) アルミニウムの有用性	210
2) アルミニウム集積植物	212
3. ナトリウム	215
1) ナトリウムの有用性	216
第7章 植物の有害元素	219
1. アルミニウム	219
1) アルミニウムが毒性を示す土壌	219
2) アルミニウムの毒性	220
3) アルミニウム耐性機構	223
4) アルミニウム耐性作物の作出	230
2. アルカリ土壌, 塩類過剰	233
1) アルカリ土壌や塩類土壌の化学的性質およびそこで生育する植物	233
2) 多くの作物種がアルカリ土壌や塩類土壌で受ける障害	235
3) ナトリウム過剰に対する植物の応答	237
3. 重金属集積	244
1) 重金属と土壌汚染	244
2) 重金属の過剰害	245
3) 重金属の無毒化機構	246
4) 重金属超集積植物	247
第8章 植物ミネラル集積とヒトの健康	251
1. 鉄, 亜鉛	251
1) ヒトにおける鉄と亜鉛の重要性	251
2) 作物中の鉄・亜鉛栄養価を高めることの重要性	252
3) 作物中の鉄および亜鉛の含有量と目標値	252
4) 鉄および亜鉛を増加させる方法	254
2. ヒ素, カドミウム	257

1) ヒ 素	257
2) カドミウム	262
3. セシウム	268
1) 土壌からのセシウム吸収	269
2) 植物体内でのセシウム輸送	271
第9章 肥料と環境	273
1. 肥料の種類と施肥法	273
1) 植物への養分供給資材としての肥料の発展	273
2) 化学肥料への歩み	274
3) 窒素肥料の開発	276
4) さまざまな肥料としての利用	279
5) 施肥と土壌環境	284
6) 被覆肥料, 化学合成緩効性窒素肥料, 硝化抑制剤の特性	287
7) 施肥の仕方	289
8) 肥料を取り巻く法整備	289
9) 有機肥料	293
10) 世界の情勢と肥料の問題	294
2. 窒素と多様な環境影響	296
1) 人類による窒素の獲得	296
2) 窒素利用と窒素汚染	298
3) 環境に漏れた窒素が引き起こすこと	299
3. 富栄養化	301
1) 土壌環境における窒素の循環と富栄養化	302
2) 土壌環境におけるリンの循環と富栄養化	304
参考図書	307
索引	309