

人工光源の 農林水産分野 への応用

〈編著者〉
後藤英司



社団法人 農業電化協会

目次

まえがき	後藤 英司
------	-------

第1章 生物と光環境

1. 植物	村上 克介	1
1. はじめに		1
2. 光合成		2
3. 光形態形成について		3
3.1 遠赤色光 (FR)		3
3.2 青色光 (B) の影響		4
4. まとめ		4
2. 水産	川村 軍蔵	6
1. 水中の光環境		6
2. 水棲動物の光受容		6
2.1 魚は濁った水中でも見える眼を持つ		7
2.2 分光感度と色覚		8
2.3 魚の色嗜好性		9
2.4 紫外放射受容		10
2.5 偏光受容		11
2.6 眼の感度		11
3. 畜産	山田 眞裕	13
1. 家畜・家禽の光受容器と視覚		14
2. 家畜・家禽の繁殖および代謝機能		15
3. 光放射と体内時計およびリズム機構		16
4. 害虫	針山 孝彦・弘中 満太郎	19
1. 害虫の視覚器		20
1.1 害虫駆除に利用できる昆虫の視覚		20
1.2 昆虫の複眼の構造と機能		20
2. 昆虫の視覚の属性		22
2.1 視感度の測定方法		22
2.2 スペクトル応答曲線の実験のための光刺激装置		23
3. 色を利用した誘引の例		24
4. 誘蛾灯		26

5. 誘蛾灯としてのLED	26
5.1 LED (Light Emitting Diode) を用いた誘蛾灯の可能性	26
5.2 チャバネアオカメムシ複眼のスペクトル応答曲線とLEDへの誘引率	27
5.3 LEDを用いた農業利用への実験法	28
6. おわりに	28
5. キノコ	宮崎 安将 30
1. キノコは地球にやさしい生き物	30
2. シイタケに光受容体が存在することを発見	31
3. キノコの光応答メカニズムの解明が待たれる	32

第2章 人工光源の種類と特性

1. 人工光源の歴史	田澤 信二 35
1. はじめに	35
2. 燃焼真空光源 (白熱電球)	35
3. 放電プラズマ光源 (蛍光ランプ、高輝度放電 (HID) ランプ)	37
4. 固体素子発光光源	38
5. おわりに	39
<付>ランプの特性に関する基礎用語	39
2. 各光源の特性	
◇白熱電球	別所 誠 41
1. 構造と発光原理	41
2. 白熱電球の種類	43
3. 電気および光学特性	44
◇蛍光ランプ	別所 誠 46
1. 構造と発光原理	46
2. 蛍光ランプの種類	47
2.1 点灯方式による分類	47
2.2 形状による分類	48
2.3 光源色と演色性による分類	49
2.4 蛍光ランプの形式記号	50
3. ランプの点灯回路	50
3.1 スタータ式	51
3.2 ラピッドスタート式	51
3.3 インバーター式 (高周波点灯)	51
4. 蛍光ランプの特性	52

4.1	電源電圧変動特性	52
4.2	周囲温度特性	52
4.3	寿命特性	53
◇	メタルハライドランプ	柴田 好久 54
1.	はじめに	54
2.	構造と発光原理	54
3.	特性	55
4.	メタルハライドランプを使用する際の注意点	57
4.1	ランプ点灯時の安定器の必要性について	57
4.2	ランプ選択・選定について	57
5.	おわりに	57
◇	高圧ナトリウムランプ	岡安 賢司 59
1.	はじめに	59
2.	構造と発光原理	59
3.	一般的特性	60
4.	植物育成用特性	61
5.	おわりに	62
◇	LED	河本 康太郎 63
1.	発達の歴史	63
2.	構造と発光原理	66
3.	特性	69
4.	電球形LEDと蛍光灯形LED	72
5.	LED光源と真空システム光源の比較	73
◇	冷陰極蛍光ランプ	金沢 智 76
1.	冷陰極蛍光ランプとは	76
2.	CCFLの特長	77
3.	CCFLの実用例	77
4.	CCFLによる農林水産分野への応用メリット（及び応用例）	78
5.	まとめ	78
◇	殺菌ランプ	河本 康太郎 79
1.	光（紫外放射）による殺菌作用	79
2.	殺菌ランプ	81
3.	大出力殺菌ランプ	82
4.	中圧水銀ランプ	83
5.	殺菌用UV LED	84

6. 殺菌ランプ取り扱い上の注意事項	85
--------------------	----

第3章 光源利用の実際

1. 人工光源の応用概要	田澤 信二	87
1. 農業分野での期待が大きくなる人工光源		87
2. 新省エネ光源は日進月歩の開発へ		89
2. 植物		
◇施設園芸における補光（電照と光合成促進）		
・花き	久松 完	92
1. 生育・開花調節を目的とした補光（電照）		92
2. 光合成促進を目的とした補光		95
3. その他の補光		96
4. おわりに		96
・野菜	福田 直也	98
1. 生産現場における補光・電照活用の研究と実際		98
2. 野菜生産のための補光・電照に利用される人工光源		101
3. 補光・電照を利用した新しい野菜栽培技術の可能性		102
・果樹	山本 孝司	105
1. 果樹における補光・電照栽培		105
2. ブドウの補光・電照による高品質多収生産		105
3. カキ‘西条’の電照による抑制栽培		107
4. ナシの補光による高品質多収生産		108
5. モモにおける日中補光による果実品質向上		109
6. パッションフルーツの電照による高品質多収生産		109
◇人工光型植物工場	後藤 英司	111
1. 植物工場とは		111
2. 人工光栽培に必要な波長域		111
3. 葉菜類の生産で考慮すべき波長		112
4. 果菜類および花き類の苗生産で考慮すべき波長		113
◇樹木苗の生産	近藤 禎二	115
1. 組織培養による苗生産		115
2. 人工光源の利用		115
3. 植物の害虫防除	本多 健一郎	117
1. はじめに		117
2. 光に対する反応を利用した害虫防除		117

2.1	光による誘引（誘蛾灯、電撃殺虫機、黄色水盤、黄色粘着トラップ等）	117
2.2	光による忌避（近紫外線除去フィルム、シルバーマルチ等）	118
2.3	光による行動制御（黄色蛍光灯、緑色蛍光灯、黄色LED）	118
3.	現在取り組まれている研究	119
4.	まとめ	120
4.	水産	稲田 博史 122
1.	灯光漁業の産業特性	122
2.	光源の変化－「集魚灯」から漁灯へ	123
3.	操業方法の変化と漁灯操法の対応	124
4.	漁獲対象生物の光感覚・対光行動と漁場海水の光学的特性	125
5.	LED漁灯の使用環境への対応と活用指針	126
5.	畜産	山田 眞裕 129
1.	鶏舎	129
1.1	産卵	129
1.2	産肉	131
2.	牛舎	132
2.1	産乳	132
2.2	産肉	133
6.	キノコ	角田 光利 135
1.	高品質キノコの栽培には光が必要	135
2.	各キノコ栽培における光の照射方法	136

第4章 人工光の応用

1.	植物の機能強化	
◇	緑色光による病害抵抗性の向上	工藤 りか 139
1.	緑色光が病斑の発生を抑制する	139
2.	イチゴ炭そ病の抑制に顕著な効果	140
3.	新たな効果として生育促進や果実肥大効果も	141
◇	紫外線による病害抵抗性の向上	神頭 武嗣 142
1.	はじめに	142
2.	使用方法	142
3.	効果	144
◇	野菜の機能性向上	庄子 和博 145
1.	夜間補光によるサニーレタスの機能性成分の増量	145
2.	夜間補光によるスイートバジルの機能性成分の増量	146

◇果実の色素発現促進	近藤 悟	149
1. 果実の色は品質を決定する		149
2. アントシアニン発現に関与する遺伝子		149
3. リンゴのアントシアニン合成に深く関わるエチレン		151
◇苗の貯蔵	富士原 和宏	153
1. 貯蔵中の緑色植物への弱光照射とその効果		153
2. 貯蔵中の弱光照射による品質維持のための照射光強度の設定		154
3. LED弱光照射によるトマト接ぎ木セル成型苗の貯蔵		155
3.1 赤色LED弱光照射低温貯蔵の効果		155
3.2 赤色LED光への青色LED光添加効果		155
3.3 種々のピーク波長LED単色光照射効果		155
2. 収穫物の品質評価		
◇選別	牧野 義雄	158
1. 等階級		158
1.1 階級		158
1.2 等級		159
◇非破壊検査	牧野 義雄	161
1. 検査手法		161
2. 検量線の作成方法		162
3. 人工光源を利用した非破壊検査事例		163
第5章 光害とその対策	高尾 保之	166
1. 光害とは		166
2. 光害と農作物		167
3. 農作物の日長感応性と光害		167
4. 農作物への影響		168
4.1 イネ		168
4.2 野菜		168
4.3 花き・果樹		170
5. 対策		171
第6章 人工光源導入に際しての検討事項	後藤 英司	173
1. 光源の効率		173
1.1 光源の発光効率		173
1.2 発光効率の光源間の比較		173

1.3	光束	173
1.4	照度と放射照度	175
1.5	総合的な光源の効率	175
2.	配光	176
2.1	配光分布	176
2.2	点光源と線光源	176
2.3	近接照明	176
3.	生物の作用スペクトルと吸収スペクトル	177
3.1	生物と光	177
3.2	光合成の指標	177
3.3	光形態形成の指標	178
4.	紫外線の測定	178

<付録>

光の測定器について	村岡 秀夫	179
1. 分光放射計とは		179
1.1 回折格子走査型分光放射計		180
2. 分光放射計の応用例		183
3. 分光放射計の校正法		184
3.1 フィルター方式分光放射計		185
3.2 マルチチャンネル分光器		187
4. 野外での波長別放射エネルギーの測定法		190
4.1 全天分光日射計		191
4.2 光量子センサー		191
5. あとがき		192
編著・執筆者紹介		193