

土壌・作物栄養診断のための 分析法2012

平成24年8月

地方独立行政法人北海道立総合研究機構 農業研究本部

は じ め に

北海道では、1957年（昭和32年）に「北海道地帯別施肥標準」を刊行して以来、たい肥等の有機物の施用による「土づくり」の重要性を訴え、1991年（平成3年）からは、化学肥料・化学合成農薬の使用を必要最小限に抑え、環境との調和に配慮した「クリーン農業」に取り組んできております。

本道の冷涼な気象条件の下、環境に配慮した「クリーン農業」は、本道農業のスタンダードとして、着実な広がりを見せております。しかし、一部の地域においては、家畜ふん尿や化学肥料の多投などによる河川や地下水の汚染の問題も発生しており、これまで以上に環境負荷低減に向けた取組みが求められています。

2010年（平成22年）には「北海道施肥ガイド2010」が発刊され、新たな技術開発に伴う施肥標準の見直し、収量基準の変更や品種・作型の追加、土壌・作物診断に基づく施肥対応、有機物の施用に応じた減肥可能量の設定など、環境に配慮した合理的な施肥管理・土壌管理に向けての改訂がなされました。

これまでに、土壌診断や作物栄養診断技術は、道内の農業現場において着実に定着し、施肥コストの削減や環境負荷の低減に役立っております。現在活用されている「土壌および作物栄養の診断基準－分析法－」は、1981年（昭和56年）に刊行され、1992年（平成4年）に改訂されたものですが、それ以降の20年間に分析手法の改良や新たな測定機器の開発が進みました。

本書は、これまでの土壌および作物栄養の診断技術を基本に、最近の研究成果や新たな知見などを加え、大幅に見直しを行ったものであります。農業の生産現場において、土壌診断や作物栄養診断技術がより広く活用され、環境にやさしく持続可能な本道農業の発展につながることを期待します。

2012年（平成24年）8月

中央農業試験場 農業環境部長 加藤 淳

編集・執筆担当者一覧

(所属・役職名は平成24年3月末現在のもの)

- 1) 編集責任者：中央農業試験場 農業環境部長 志賀弘行
- 2) 編集事務局：中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ 研究主幹 中津智史
中央農業試験場 農業環境部 栽培環境グループ 研究主幹 日笠裕治
中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ 研究職員 橋本均
- 3) 執筆担当者
 - I 本書の利用にあたって
中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ 研究主幹 中津智史
 - II 土壌調査・分類法及び土壌試料の採取・調製法
中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ 研究職員 橋本均
 - III 土壌物理性
中央農業試験場 農業環境部 栽培環境グループ 主査 中辻敏朗
中央農業試験場 生産研究部 水田農業グループ 研究主任 塚本康貴
 - IV 土壌化学性
中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ 研究主幹 中津智史
中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ 研究主任 上野達
中央農業試験場 農業環境部 栽培環境グループ 研究主任 櫻井道彦
上川農業試験場 研究部 生産環境グループ 研究主幹 中本洋
十勝農業試験場 研究部 生産環境グループ 研究主幹 竹内晴信
原子力環境センター 農業研究科 研究職員 坂口雅己
 - V 作物栄養
中央農業試験場 作物開発部 農産品質グループ 研究主幹 柳原哲司
中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ 研究主幹 中津智史
中央農業試験場 農業環境部 栽培環境グループ 研究主幹 日笠裕治
中央農業試験場 農業環境部 栽培環境グループ 主査 古館明洋
中央農業試験場 農業環境部 栽培環境グループ 研究職員 杉川陽一
根釧農業試験場 研究部 飼料環境グループ 主査 松本武彦
北見農業試験場 研究部 生産環境グループ 主査 小野寺政行
 - VI 環境保全
中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ 主査 甲田裕幸
道南農業試験場 研究部 生産環境グループ 主査 乙部裕一
 - VII 有機物（たい肥、スラリー、尿、バークたい肥）
中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ 研究職員 橋本均
根釧農業試験場 研究部 飼料環境グループ 主査 松本武彦
 - VIII 付帯資料
中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ 研究主幹 中津智史

目 次

I	本書の利用にあたって	1
II	土壌調査・分類法および土壌試料の採取・調製法	5
1.	土壌分類の一覧	6
1. 1	農耕地土壌分類第3次改訂版	6
1. 2	農耕地土壌分類第2次案（改訂版）	9
1. 3	北海道の農牧地土壌分類第2次案（改訂案）	9
1. 4	施肥改善の土壌分類	11
2.	土壌断面の調査法	13
2. 1	調査地点の概況	13
2. 2	断面調査の方法	15
2. 3	土壌断面調査記載の要領	19
3.	土壌試料の採取・調製法	26
3. 1	一般診断用試料採取法	26
3. 2	生育異常時の対策診断用試料採取法	27
4.	参考文献・資料	28
III	土壌物理性	29
1.	室内測定	30
1. 1	粒径組成（国際法、農学会法；ピペット法による）	30
1. 2	含水比、水分率、体積含水率	36
1. 3	強熱減量（灼熱損量、灼熱損失）	37
1. 4	100mL採土管試料の採取法および各項目の測定フロー	38
1. 5	飽和透水係数（変水位法）	39
1. 6	保水性（砂柱法、加圧板法、遠心法）、易有効水分	40
1. 7	三相分布、乾燥密度（仮比重）、最大容水量	42
1. 8	団粒分析（水中篩別法による耐水性団粒）	43
1. 9	土の工学性に関するその他の測定項目の概説	44
2.	現場測定	45
2. 1	土塊分布（碎土性）	45
2. 2	地下水位	46
2. 3	貫入抵抗	47
2. 4	土壌の硬度（山中式土壌硬度計、プッシュコーン式硬度計、クラスト硬度計）	48
2. 5	畑地浸入能（シリンダーインタークレート法）	49
2. 6	減水深（水田のたん水期の降下浸透量）	51
2. 7	凍結深度	52
2. 8	水田土壌の酸化還元電位（Eh）	53
2. 9	現場における自記測定（地温、土壌水分、pF）の概要	54
3.	参考文献・資料	55
4.	土壌物理性に関する単位についての補足	56
IV	土壌化学性	57
	本章内の注意・補足事項	58
1.	一般化学性	59

1. 1	pH（水）およびpH（KCl）	59
1. 2	交換酸度（置換酸度、Y1）	60
1. 3	電気伝導率（EC）	61
1. 4	pH（水）とECの連続測定法	62
1. 5	pH（KCl）とY1の連続測定法	63
1. 6	試験管によるpH（水）と交換性塩基の連続測定・抽出法（大量簡便法）	64
1. 7	交換性塩基（置換性塩基、CaO、MgO、K ₂ O；ショーレンベルガー法と簡便振とう法）	65
1. 8	塩基交換容量（陽イオン交換容量、塩基置換容量、CEC）	67
1. 9	ブレイーリン酸（土壌抽出液比率 水田1：10、草地1：20）	70
1. 10	たん水期水田作土のブレイーリン酸（乾土相当1：10法）	72
1. 11	トルオーグーリン酸（有効態リン酸、可給態リン酸）	73
1. 12	リン酸吸収係数（常法とSPAD簡便法）	74
1. 13	可給態ケイ酸（たん水保温静置法）	76
1. 14	可給態ケイ酸および可給態窒素の一括培養（たん水保温静置、40℃・1週間法）	78
1. 15	可給態ケイ酸（pH4酢酸緩衝液抽出法）	79
1. 16	遊離酸化鉄（ジチオナイトークエン酸塩還元溶解法）	81
1. 17	遊離酸化鉄（浅見・熊田法を基にしたSPAD簡便法を一部変更）	82
1. 18	可給態窒素（水田：たん水保温静置法、30℃・4週間法）	83
1. 19	可給態窒素（水田：たん水保温静置法、40℃・1週間法）	84
1. 20	可給態窒素（畑：保温静置法、30℃・4週間法）	85
1. 21	硝酸態窒素（RQフレックスによる簡易法）	86
1. 22	熱水抽出性窒素（オートクレープ法（AC法））	88
1. 23	熱水抽出性窒素（紫外部吸光光度法による簡易測定）	90
1. 24	インドフェノール法によるKCl液中NH ₄ -Nの定量法	92
1. 25	有機態炭素（チューリン法の従来法と改良法）	94
1. 26	腐植（熊田法を基にしたSPAD簡便法）	96
2.	微量要素	97
2. 1	易還元性マンガン（Mn）	97
2. 2	交換性マンガン（Mn）	98
2. 3	0.1N塩酸可溶性銅（Cu）および亜鉛（Zn）	99
2. 4	交換性ニッケル（Ni）	100
2. 5	熱水可溶性ホウ素（B）	101
3.	α-グルコシダーゼ活性	103
4.	石灰、リン酸資材投入量算出法	104
4. 1	石灰中和量（炭カル添加・通気法）	104
4. 2	石灰中和量（アレニウス表による算出法）	105
4. 3	リン酸資材算出法（リン吸法、リン吸・ブレイ併用法、施肥倍率表法）	106
5.	その他	108
5. 1	酸性硫酸塩土壌の判定法	108
(1)	水野の方法（酸性硫酸塩土壌の判定法）	108
(2)	佐々木の方法	110
(3)	村上の方法	111
(4)	酸性硫酸塩土壌の判定基準一覧	112
(5)	参考文献	112
5. 2	（参考資料）有効態リン酸の相互読み替え	113
6.	参考文献・資料	116

V 作物栄養	117
1. サンプルング法と作物試料調製法	118
1. 1 共通事項	118
1. 2 水稻	118
1. 3 畑作物	118
1. 4 牧草	119
1. 5 野菜	119
1. 6 果樹	120
2. 作物体の無機成分分析法	121
2. 1 作物体分析のための分解法	121
(1) 硫酸－過酸化水素分解法 (N、P、塩基、微量元素)	121
(2) 硝酸－過塩素酸混合液分解法 (P、塩基、微量元素)	122
(3) ケルダール分解法 (N)	123
(4) 硝酸態窒素を含む場合の全窒素分解法 (ガンニング変法：N)	124
2. 2 窒素 (N) の定量	125
(1) 自動分析装置	125
(2) 硝酸態窒素 (カタルド法)	126
2. 3 リン (P) の定量	127
(1) バナドモリブデン酸法	127
(2) アスコルビン酸還元法 (モリブデンブルー法)	128
2. 4 塩基の定量 (K、Na、Ca、Mg)	129
2. 5 微量元素の定量 (Fe、Mn、Zn、Cu)	130
2. 6 ケイ酸 (SiO ₂) の定量 (重量法)	131
2. 7 ホウ素 (B) の定量	132
3. 作物の形態的生育指標および品質評価法	133
3. 1 作物の形態的生育指標 (GI、葉茎比、LAI)	133
3. 2 作物の栄養診断法 (葉色、硝酸等)	134
3. 3 品質評価法	135
(1) 農産物の品質評価	135
(2) 牧草・飼料作物の品質評価	142
4. 栄養生理障害診断	144
4. 1 対応の手順	144
4. 2 各養分の働きと欠乏・過剰の症状一覧	147
4. 3 (付表) 主な作物の無機成分含有率	150
5. 参考文献・資料	151
VI 環境保全	153
1. 土壌の重金属類分析法	154
1. 1 重金属分析の概略	154
1. 2 簡易抽出法による重金属の分析法	156
(1) 0.1mol/L塩酸可溶銅 (Cu)、亜鉛 (Zn) およびカドミウム (Cd)	156
(2) 交換性亜鉛 (Zn)	158
(3) 交換性ニッケル (Ni)	159
(4) 易還元性マンガン (Mn)	160
(5) 1mol/L塩酸可溶ヒ素 (As)	161
1. 3 過塩素酸分解亜鉛 (Zn)	162
1. 4 補足事項	163
2. 作物中の重金属分析法	165

2. 1	重金属分析の概略	165
2. 2	作物体の分解および作物体の重金属測定法	166
(1)	硝酸－過塩素酸混合液分解法（水銀以外の重金属）	166
(2)	硫酸－過酸化水素分解法（水銀とカドミウム以外の重金属）	167
2. 3	作物体の栄養診断基準値と環境保全基準値および一般的な作物体含有率の範囲	168
3.	水質分析法	169
3. 1	水質分析の概略	169
3. 2	試料の採取法	169
3. 3	試料の分析法	170
(1)	pH	170
(2)	電気伝導率（EC）	170
(3)	化学的酸素要求量（COD）	171
(4)	懸濁物質（SS）	172
(5)	溶存酸素（DO）	173
(6)	全窒素（T-N）	174
(7)	ヒ素（As）	175
(8)	亜鉛（Zn）	176
(9)	銅（Cu）	177
(10)	硝酸イオン	178
3. 4	農業用水基準（水稲用）	179
3. 5	海水の混入する用水（水稲用）の取水管理指標	179
4.	参考文献・資料	180
VII	有機物（たい肥、スラリー、尿、バークたい肥）	181
1.	有機物分析法について	182
2.	北海道におけるバークたい肥の分析法	182
3.	北海道におけるふん尿の簡易分析法	183
3. 1	乳牛および豚ふんたい肥の分析法	183
3. 2	乳牛スラリーの分析法	184
3. 3	乳牛および豚尿液肥の分析法	185
4.	地力増進法における土壌改良資材の分析法	185
5.	肥料分析法におけるたい肥類の分析法	186
6.	参考文献・資料	186
VIII	付帯資料	187
1.	化学分析の単位と計算式、単体と酸化物の表し方、SI単位系一覧	188
1. 1	化学分析に用いる単位と計算式	188
1. 2	単体と酸化物の表し方	191
1. 3	SI単位系一覧	192
2.	ろ紙の特性と価格	193