

〔原著論文〕

セントオーガスチングラス (*Stenotaphrum secundatum* (Walt.) O. Kuntze) およびシバ (*Zoysia japonica* Steud.) の生育に及ぼす 立木による庇蔭および土壌の化学性の影響

大谷一郎・堤 道生・高橋佳孝
農研機構 西日本農業研究センター

Effects of Shade and Soil Fertility on Growth of St. Augustine Grass and Japanese Lawn Grass in Woodland Pasture

Ichiro Otani, Michio Tsutsumi and Yoshitaka Takahashi
Western Region Agricultural Research Center, NARO

I 緒 言

中山間地域は林野率が高く、耕地面積が小さいことから¹⁷⁾、肉用繁殖牛飼養農家では、飼料生産基盤が脆弱な場合が多く、林地も放牧地として利用する場面がみられる。林地への牧草導入は、草量の低下を緩和し、永続的かつ集約的な林地の利用を可能にするといわれており^{4), 8)}、林床植生が貧弱な場合は飼料となる草量の確保、さらに傾斜地では土壤保全の観点からも有効である。林床に導入する草種としては、これまで主に寒地型牧草が検討されているが、林内で生育する寒地型牧草は可溶性炭水化物含有率が低く、硝酸態窒素含有率が高く、採食利用性が低いという報告がある⁵⁾。暖地型シバ草種セントオーガスチングラス (*Stenotaphrum secundatum* (Walt.) O. Kuntze) は、緑地用に栽培されるほか、海外では放牧利用が行われており¹⁰⁾、我が国でも温暖地の放牧用草種としての利用が期待される。同草は暖地型シバ草種のなかでは耐陰性が強いといわれ¹⁶⁾、弱光条件下でのほふく茎の伸長がシバより良好で¹³⁾、林床に導入できる可能性が高いと考えられるが、林床の光

環境と生育との関係については明らかにされていない。そこで、本試験では立木密度が異なる落葉広葉樹林の林床にセントオーガスチングラスの苗を植栽し、放牧条件下での生育に及ぼす立木による庇蔭の影響を4年間にわたり調査した。

また、この試験地は、周囲の草生地からシバの侵入、定着がみられ、セントオーガスチングラスの被度拡大に影響が認められた。セントオーガスチングラスとシバの施肥に対する生育反応は異なることが明らかになっており¹³⁾、土壌の化学性が両草種の関係に大きく影響したと推察されたことから、ポット試験において両草種の競合実験を行った。これらの試験で得られた結果から、放牧条件下の両草種の動態に関する考察を行い、セントオーガスチングラスの利用・管理技術に関する知見が得られたので報告する。

II 材料と方法

1 放牧地内林地におけるセントオーガスチングラス植栽試験

試験は、2012年5月から2015年10月まで西日本農業研究センター大田研究拠点（島根県大田市）内のシバ優占放牧地（面積約4.1ha、標高約100m）に所在する落葉広葉樹林地において実施した。本試験

地は1996年に間伐を実施し、立木密度の異なる3処理区(疎区:30本/10a, 密区:85本/10a, 皆伐区)からなる。1区面積は20m×10mであり、立木の樹種はコナラ(*Quercus serrata* Thunb.)が多く、他にはノグルミ(*Palabras strobilacea* Sieb. et Zucc.), エゴノキ(*Styrax japonica* Sieb. Et Zucc.)等が生育していた。全樹種の平均樹高、平均胸高直径はそれぞれ12.6m, 17.0cmであった。疎区は間伐した材を搬出し、皆伐区は立木を全て伐採・搬出した。また、2012年の試験開始前に試験区に生育していた雑灌木類を伐採した。2012年5月8日にセントオーガスチングラスのポット苗(品種‘シェードⅡ’直径9cmのビニールポットで育成)を1m間隔に移植し、放牧牛による苗の抜き取りを防ぐため、試験地周囲に電気牧柵を設置して禁牧とした。試験地を設けた放牧地は、全体を1牧区として毎年4月下旬から12月上旬までの期間、黒毛和種成雌牛2-4頭を定置放牧したが、試験地は2012年6月5日に電気牧柵を除去して開放し、その後は放牧牛が自由に移動、採食できるようにした。なお、雑灌木類の再生木が繁茂したため、2012年8月、2013年7月、2014年8月および2015年6月に掃除刈りを実施した。

調査は1m×1mの定置枠を各処理区5カ所設置し、春(5月)、夏(7月)および秋(10~11月)の年3回、出現草種の草高と被度を測定した。

各処理区の立木の葉面積を比較するため、2012年6月4日および6月21日にプランツキャノピーアナライザー(LI-COR社製, LAI-2000)を用いて地上約10cmで推定葉面積指数(以下, ELAI)を測定した。各処理区とも15カ所を測定し、平均値で表示した。また、2012年5月18日、6月4日、6月21日(晴天または薄曇り)には、光量子センサー(LI-COR社製, LAI-190SA)を用いて各処理区30カ所の地面の光量子束密度を測定し、平均値で表示した。また、2014年5月29日に各処理区の3カ所から深さ0-5cmの土壌を採取し、105℃で乾燥後、化学性の分析を行った(全窒素含有率:近赤外分析法, 硝酸態窒素含有率およびアンモニア態窒素含有率:オートアナライザー法)。

2 土壌の化学性が異なるポットにおけるセントオーガスチングラスとシバの混植試験

実験は2015年6月22日から7月23日まで西日本農業研究センター大田研究拠点のガラス室において行った。1/5,000aのワグネルポットに拠点内から採取した赤黄色土と化成肥料(N:P₂O₅:K₂O=15:15:15)および炭酸苦土石灰を混和して充填し、2015年6月22日にセルトレイで育成したセントオーガスチングラス(前述と同じ品種)とシバ(品種‘朝駆’)の苗を1本ずつ移植した。育苗は、培養土を充填したセルトレイ(72穴)に5月22日に切断したほふく茎を挿してガラス室内で育成し、直立茎が2-3本となった苗を移植に用いた。両草種の苗は、約8cm離して移植した。処理は化成肥料の量3水準(多肥:10g/ポット, 少肥:5g/ポット, 無肥)と炭酸苦土石灰の量3水準(多石灰:10g/ポット, 少石灰:5g/ポット, 無石灰)を組み合わせた9処理とし、4反復で配置した。苗の移植前に土壌を採取して化学性の分析を行った(pH:pHメーター法, 全窒素含有率:近赤外分析法, 硝酸態窒素含有率およびアンモニア態窒素含有率:オートアナライザー法)。7月23日に植物体を掘り取り、地上部と根に切り分け、70℃で72時間乾燥させて重量を測定した。得られたデータは分散分析を行い、Tukeyの方法で処理間の平均値を比較した。

Ⅲ 結果と考察

1 放牧地内林地におけるセントオーガスチングラス植栽試験

立木のELAIは、2回の調査の平均で皆伐区は0.1、疎区は1.6、密区は2.1であり、立木密度が高い処理区ほど高く、皆伐区においてもわずかではあるが周囲の立木による影響が認められた(第1表)。林床の光量子束密度は、皆伐区に対して疎区19%-44%、

第1表 立木密度の異なる各処理区の立木の推定葉面積指数(ELAI)

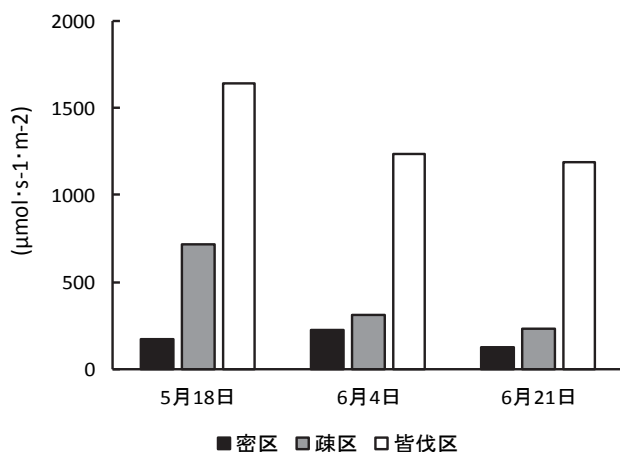
処理区	ELAI		
	6月4日	6月21日	平均
皆伐区	0.15	0.05	0.10
疎区	1.71	1.49	1.60
密区	2.17	2.04	2.11

密区 10% -18% であり、疎区では樹葉の展葉にともない5月から6月にかけて低下した（第1図）。

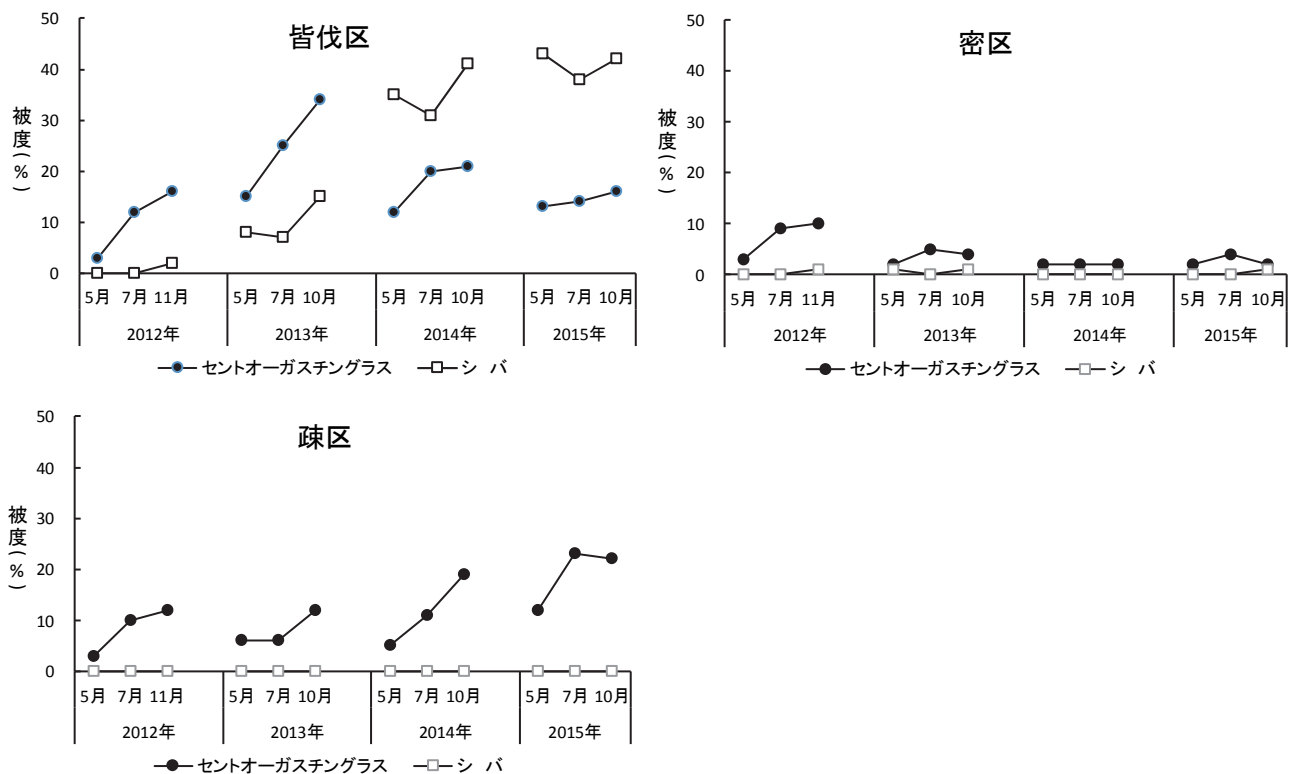
第2図にセントオーガスチングラスおよびシバの被度の推移を示した。セントオーガスチングラスの被度は概ね5月から10月（11月）の間に拡大した。皆伐区では2013年の10月に34%に達したが、2014年は21%以下、2015年は16%以下にまで低下した。一方、疎区では徐々にではあるが経年的に被度が高

まる傾向にあり、2015年には23%に達したが、密区では被度の拡大はみられず、低下する傾向にあった。セントオーガスチングラス以外の種では、皆伐区におけるシバの被度の拡大が顕著で、2013年は15%、2014年は41%となり、2015年も同程度の被度で推移し、優占種となった。これに対して、疎区および密区におけるシバの被度は1%以下の水準にとどまった。なお、セントオーガスチングラスおよびシバ以外の主要な出現草種は、スケ類、ススキ (*Miscanthus sinensis* Anderss.), ネザサ (*Pleiblastus chino* (Franch. et Savat.) Makino), ヤマツツジ (*Rhododendron kaempferi* Planch.) 等であった。

皆伐区は日射環境に恵まれているにもかかわらず、セントオーガスチングラスの被度が3年目以降に低下したが、原因としては、土壌の肥沃度が低い土壌条件（土壌の全窒素含有率：0.08%、アンモニア態窒素含有率1.0%）に適したシバが拡大したためと考えられる。放牧地の土壌は赤黄色土で、中国地方では広く分布し、肥沃度および土壌酸性度が低いという特徴がある⁶⁾。シバは無施肥の貧栄養条件でも生育可能で、無施肥条件では優占しやすく、安定的に維持されるという報告があり^{2), 9), 12)}、赤黄色



第1図 立木密度の異なる各処理区における林床の光量子束密度



第2図 林床におけるセントオーガスチングラスおよびシバの被度の推移

土壌の化学性がセントオーガスチングラスの生育および同草とシバとの競合関係に強く影響したと推察される。

被度の経年推移から、セントオーガスチングラスは疎区程度の軽度の庇蔭条件では拡大速度は遅いものの被度の拡大が可能であると考えられ、試験地ではセントオーガスチングラスがパッチ状に広がっていることが観察された。一方、皆伐区では2012年の11月からシバの侵入がみられ、2014年以降シバの被度は40%を超え、優占種となったが、疎区ではシバの侵入はなく、密区では2012年の11月からシバが出現したものの、被度の拡大は認められなかった。シバは群落からの種子およびほふく茎の一部が運ばれて侵入するといわれているが¹⁵⁾、日照不足に対する抵抗性は低いとされ⁷⁾、疎区の日射環境の下ではシバは被度を拡大できないと推察された。なお、放牧牛による採食やふん尿還元による植生への影響については、両草種の生育に影響した可能性がある。セントオーガスチングラスのし好性については、暖地型牧草10草種を供試したなかで3番目であったという報告¹¹⁾があるが、シバとの比較は行われておらず、選択的に採食された可能性は否定できない。ふん尿還元については、試験地の面積が放牧頭数に比較して広いため、部分的な影響に限られると推察される。

2 土壌の化学性が異なるポットにおけるセントオーガスチングラスとシバの混植試験

第2表に試験開始時の土壌の分析値を示した。硝酸態窒素とアンモニウム態窒素含有率を合わせた無機窒素含有率は、多肥区が26.79-29.47 mg/100g、少肥区

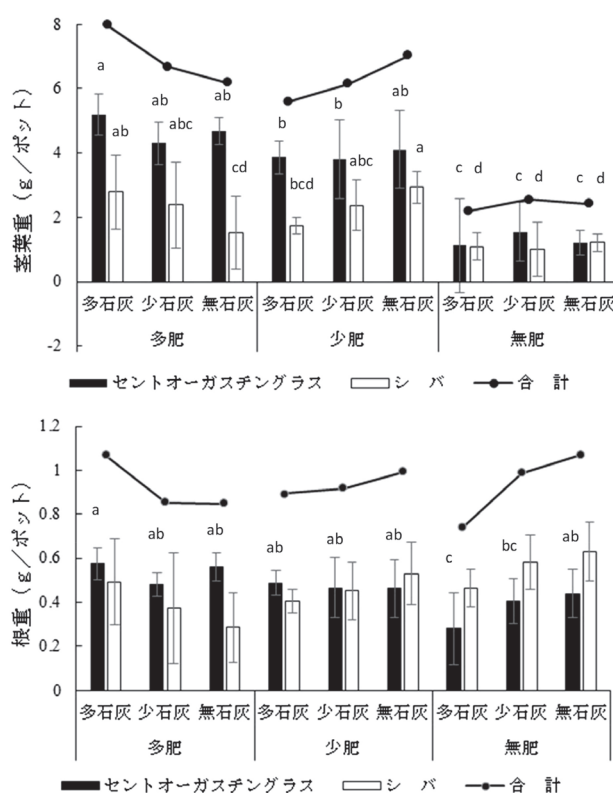
第2表 セントオーガスチングラスとシバの混植試験における各処理区の土壌の化学性

処 理	pH	全窒素 (%)	硝酸態窒素 (mg/100g)	アンモニウム態窒素 (mg/100g)
多肥・多石灰	5.6	0.08	0.23	29.24
多肥・少石灰	5.3	0.08	0.11	26.68
多肥・無石灰	4.9	0.08	0.14	29.20
少肥・多石灰	5.4	0.07	0.17	20.35
少肥・少石灰	5.2	0.06	0.13	17.02
少肥・無石灰	5.0	0.07	0.12	16.41
無肥・多石灰	5.4	0.05	0.17	1.92
無肥・少石灰	5.3	0.05	0.16	2.16
無肥・無石灰	5.1	0.05	0.14	1.95

が16.53-20.52 mg/100g、無肥区が2.09-2.32 mg/100gであった。一方、土壌pHは、石灰の処理間の差は比較的小さく、多石灰区が5.4-5.6、少石灰区が5.2-5.3、無石灰区が4.9-5.1であった。

第3図にセントオーガスチングラスおよびシバの乾物重を示した。両草種とも施肥量の増加に伴い茎葉重が増加したが、その度合いはシバに比べてセントオーガスチングラスの方が顕著であった。根重については、両草種とも施肥量および石灰量の増加による明らかな影響はみられなかった。第3表にセントオーガスチングラスとシバの乾物重の比を示した。「セントオーガスチングラス/シバ茎葉重比」の値は、無肥の1.0-1.5に対して少肥では1.4-2.2、多肥では1.8-3.1と高まった。また、根重の両草種の比も茎葉重と同様の傾向がみられた。一方、石灰施用量の乾物重比への影響は判然としなかった。

施肥によるセントオーガスチングラスのほふく茎の伸長および乾物重の増加はシバよりも大きく¹³⁾、窒素施肥は同草の刈取り収量を増加させるといわれ



第3図 混植条件におけるセントオーガスチングラスおよびシバの茎葉ならびに根の乾物重

エラーバーは標準偏差を示す。異符号を付した処理間には5%水準で有意差あり。

第3表 セントオーガスチングラスとシバの混植試験における両草種の乾物重の比

処理	セントオーガスチングラス/シバ	
	茎葉	根
多肥・多石灰	1.9	1.2
多肥・少石灰	1.8	1.3
多肥・無石灰	3.1	2.0
少肥・多石灰	2.2	1.2
少肥・少石灰	1.6	1.0
少肥・無石灰	1.4	0.9
無肥・多石灰	1.0	0.6
無肥・少石灰	1.5	0.7
無肥・無石灰	1.0	0.7

ている³⁾。一方，シバ草地に施肥を行うと地上部の伸長性がまさる他の草種によってシバが被覆され，シバの地上部重が減少すると報告されている⁹⁾。このため，施肥条件や土壤が肥沃な場合はセントオーガスチングラス，無施肥条件や貧栄養土壤の場合にはシバが相対的に優位になるものと考えられた。土壤 pH については，両草種とも酸性土壤に対する適応性があるという報告¹⁾があり，本試験の土壤はいずれも弱酸性の範囲にあったことから石灰処理間における生育の差異が認められなかったと推察できる。

以上の結果から，セントオーガスチングラスは本試験の疎区のような比較的明るい林内では被度の拡大が可能と推察された。一方，立木をすべて伐採した庇蔭がなく，施肥しない条件では，シバ等の貧栄養土壤に適応した草種に抑圧され，衰退する場合があると考えられた。したがって，同草の被度拡大と植生維持を図るには施肥管理が必要であると示唆された。逆にシバの優占を目指す場合には無施肥で管理するのがよいと考えられ，施肥によって両草種の植生を誘導できる可能性がある。

セントオーガスチングラスの耐寒性はセンチピードグラスの耐寒性品種に比較して劣り¹³⁾，中国地方の標高の高い放牧地（標高約 240 m）では植栽当年には被度が拡大したが¹⁴⁾，翌春の再生が不良であった。しかしながら，本試験のような低標高地では永年草地としての利用が可能であったことから，今後生育に適した立地条件の解明が望まれる。

なお，本試験では飼料成分分析は実施していないが，圃場で栽培したセントオーガスチングラスを刈

り取って分析した結果，7月刈りでは TDN が 55.9%，CP（粗タンパク質）が 9.8% で，10月刈りではそれぞれ 47.7%，7.1% であった。同じ圃場で生育するシバの TDN と CP は 7月刈りがそれぞれ 54.1%，10.2% であり，10月刈りが 47.5%，8.0% であったことから，両草種は類似した栄養価を持つものと推察される。このことから，セントオーガスチングラスは肉用繁殖牛の放牧に適する可能性があるが，今後は庇蔭下で生育した同草の飼料成分を確認する必要がある。

IV 摘 要

落葉広葉樹林の林床に植栽したセントオーガスチングラスの生育を放牧条件下で調査し，立木による庇蔭の影響を検討するとともに，試験地においてシバの侵入がみられたことから，ポット試験において両草種の競合実験を行った。

セントオーガスチングラスは比較的明るい林内では被度が拡大する傾向が認められた。一方，立木を皆伐した，施肥しない場所に植栽した場合では，シバに抑圧されて衰退した。両草種を混植したポット試験において，施肥量の増加に伴い両草種とも茎葉重が増加したが，その度合いはシバに比べてセントオーガスチングラスの方が顕著であった。根重については，両草種とも施肥量および石灰量の増加による明らかな影響はみられなかった。セントオーガスチングラスは施肥しない条件では，シバ等の貧栄養土壤に適応した草種に抑圧され，衰退する場合があると考えられた。

謝 辞

本試験の実施にあたり，協力していただいた西日本農業研究センター業務第3科職員に対し，心より感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 浅野義人・羅 玄載：芝生表層土壌の土壌反応の調整による雑草の制御，ランドスケープ研究，62，495-498，1999。

- 2) 浅野義人・市川泰子：暖地型芝草及び芝生雑草の施肥反応性, 芝草研究, 28, 103-111, 2000.
- 3) Cisar, J. L., G. H. Snyder and G. S. Swanson: Nitrogen, Phosphorus, Potassium fertilization for histosol-grown St. Augustine grass sod, Agron. J. 84, 475-479, 1992.
- 4) 後藤正和・菅原和夫・林 兼六：幼令造林地への牧草導入が放牧牛による材木の損傷に及ぼす影響について, 日草誌, 26, 337-341, 1980.
- 5) 後藤正和・菅原和夫・林 兼六：壮令林内牧草の採食利用性, 日草誌, 28, 330-335, 1982.
- 6) 菅野一郎：日本の赤黄色土の性状と生成・分類学的考察, ペドロジスト, 8, 33-37, 1964.
- 7) 北村文雄：芝草の環境抵抗性について, 芝草研究, 4 (2), 5-14, 1975.
- 8) 小林裕志・一戸貞光・岩波悠紀：草地の開発と利用—水田および林野における草地畜産—, 農土誌, 56, 895-901, 1988.
- 9) 三田村強・小川恭男・岡本恭二・手島道明・縣和一・鎌田悦男：シバ草地に関する研究, VI. シバ草地の植生並びに現存量に及ぼす施肥の影響, 草地試研報, 30, 91-104, 1985.
- 10) Mullen, B. F. and H. M. Shelton: *Stenotaphrum secundatum*: a valuable forage species for shaded environments, Tropical Grassl. 30, 289-297, 1996.
- 11) 名田陽一：九州において越冬可能な暖地型牧草10草種の嗜好性を主とした放牧利用適性, 日草誌, 30, 434-440, 1985.
- 12) 小川恭男・三田村強・福田栄紀・岡本恭二：落葉広葉樹伐採跡地におけるシバ・オーチャードグラス型草地の成立過程に関する生態学的研究, III. 表面播種したシバ (*Zoysia japonica* Steud.) およびオーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.) の茎数密度, 地上部重および地下部重の経年変化に及ぼす施肥の影響, 日草誌, 39, 411-419, 1994.
- 13) 大谷一郎・高橋佳孝・堤 道生：暖地型芝草の生育に及ぼす施肥, 庇蔭の影響および耐寒性, 近畿中国四国農研, 25, 21-26, 2014.
- 14) 大谷一郎・高橋佳孝・堤 道生：セントオーガスチングラスの放牧条件での被度拡大と庇蔭の影響, 日草誌, 61 (別), 105, 2015.
- 15) 嶋田 饒：シバ草地の生態, 芝草研究, 5, 87-94, 1976.
- 16) 高橋新平・曾我 聡・近藤三雄：弱光条件下における芝草類の生育と光合成反応, 造園雑誌, 57 (5), 163-168, 1994.
- 17) 梅野 忠・成田総一郎・森 昌史：中国四国地域における中山間地域の課題と対策, 農土誌, 59, 611-617, 1991.