

植織材の豚舎敷料としての利用

鈴木和美*・岡崎好子

Utilization of Woody Chips Crushed by the SYOKUSENKI for Pig Pen`s Bedding

Kazumi SUZUKI* and Yoshiko OKAZAKI

要 約

林地等から発生する梢、枝葉、抜根材や製材端材等の未利用木質資材を荒破砕後、植織機¹⁾で繊維をすりつぶすように破砕した木質資材（以下、植織材）が豚舎敷料として利用可能かを検討し次の結果を得た。

1. 植織材はオガクズに比べ水分が44.9%と高めで、吸水性はオガクズより劣り、粒度分布はオガクズより広い範囲に分布し粗大な木片も含まれていた。
2. 植織材区、混合区、オガクズ区の間、発育の差は無く、肢蹄への影響も特に観察されなかった。
3. 植織材単独での使用は敷料の泥浄化部分を頻回交換する必要があり、オガクズとの混合使用が望ましいと考えられた。
4. 1日1㎡当たりの水分蒸発量を推定したところ、オガクズ区は2.0kg、植織材及び混合区は1.5kgであった。1日1頭当たりの推定乾物分解量は3区とも0.3kg程度であった。
5. 農家における利用性調査においても、植織材はオガクズやモミガラと混合することで敷料として利用可能な素材であることが確認された。

緒 言

家畜排せつ物法が制定され家畜ふん尿は適正処理が必要であるが、養豚農家では尿汚水処理に苦慮しており多量の敷料に尿を吸着する踏み込み式の飼養管理を導入する経営もある^{2~4)}。このため敷料に使うオガクズ需要の増加から、価格の高騰や入手の困難を想定してより安価な代替敷料を模索する必要がある。一方で資源のリサイクル利用を推進するため未利用木質資源の畜舎利用が様々検討されている^{5, 6)}。千葉県においても林地等から発生する梢、枝葉、抜根材や製材端材等の未利用木質資材の有効利用が検討されており、この未利用木質資材を繊維をすりつぶすように破砕する植織機で処理した材料が豚舎敷料に利用可能かを検討した。

材料及び方法

1. 試験1

(1) 試験期間

平成14年1月～4月

(2) 供試豚

大ヨークシャー（ボウソウW）、平成13年10月～11月生まれの去勢雄を各区5頭、3区で計15頭用いた。

(3) 供試敷料

あらかじめ豚ふんを混合し堆積した各敷料材料を約20cm厚に敷詰め、その上に新しい各敷料材料を約20cm堆積して敷料とした。ふん尿は敷料に吸着させる踏み込み式の利用としたが、泥浄化部分は適宜搬出し、各敷料材料を追加投入した。各敷料材料及び試験区分は次のとおりとした。

ア. 植織材区：植織材を用いた。

イ. 混合区：植織材と当該使用のオガクズを容積で等量混合した。追加投入は排泄場にオガクズを多めに投入するなど適宜おこなった。

ウ. オガクズ区：対照区として当該使用のオガクズを用いた。

* 現千葉県農業大学校
平成15年8月29日受付

(4) 飼養管理

コンクリート床の平床一般豚房をベニヤ板で囲い各敷料を敷詰め、5頭群飼とした。1豚房の面積は6.42㎡（餌箱が置いてある床面積を除く）であり、1頭当たり床面積は1.28㎡であった。

飼料給与は、試験開始後2週は子豚用飼料（TDN80.0%、DCP16.0%）を不断給餌し、それ以降は産肉能力検定用飼料（TDN74.5%、DCP12.0%）を不断給餌した。飲水はニップル式飲水器からの自由飲水、ワクチン、駆虫等の衛生管理等は当場の一般飼養管理に準じた。

(5) 調査項目

ア. 植繊材及びオガクズの物理的性状

水分、灰分はJIS K 0102工場排水試験方法に準じ加熱減量法で水分を測定後、強熱減量法で灰分を測定した⁷⁾。

吸水量は柴田らの方法⁸⁾に準じた簡易法で風乾試料を用いて測定した。容積重は山中式容積重測定法に準じ、容量の明らかな容器（1.42L）に試料をすり切りにいれ、5cmほどの高さから5回ほど落とし減量分の試料を補充して試料の重量を測定した。

イ. 豚舎内温度及び湿度

温湿度データ記録装置にて測定した。

ウ. 供試豚の生体への影響

供試豚の生体への影響として発育や肢蹄への影響を調査した。発育は一日平均増体重（以下、DG）、飼料要求率から、また肢蹄への影響は観察により、敷料としての適性を調査した。

エ. 敷料の性状変化

豚ふん尿を吸着した敷料を表面から10cm以内（以下、10cm）と20～30cm程度の少し深めの部分（以下、30cm）からサンプリングし水分、灰分や成分変化を調査した。

pH、ECは、試料を乾物として10g相当量に、100mlから試料の水分量を減じた量の蒸留水を加えて測定した⁹⁾。窒素含量は硫酸法、リン酸含量はバナドモリブデン酸アンモニウム法にて測定した¹⁰⁾。C/N比は強熱減量の1/2を炭素量として¹¹⁾、窒素含量で除し求めた。

オ. 敷料温度

エと同様の場所、表面から10cmと30cmの深さの敷料温度を測定した。

カ. 敷料上の臭気

豚房中央部において敷料表面より10cm程度敷料上の臭気を検知管にて測定した。

キ. 敷料重量

投入量及び搬出量の全重量を測定した。

2. 試験2（農家における利用性調査）

試験1の結果を踏まえて、植繊材の利用方法を実証的に検討するため、A養豚農家において敷料の一部を植繊材に代替し調査を行った。

(1) 試験期間

平成14年5月～7月

(2) 供試豚

A養豚農家生産の平成14年2月生まれのLWD肥育前期豚を各区12頭、3区で計36頭用いた。

(3) 供試敷料

A養豚農家においては、肥育前期においてふん尿をオガクズとモミガラを混合した敷料に吸着させる踏み込み式の敷料利用をしており、この敷料の一部を植繊材に代替した。各敷料材料及び試験区分は次のとおりとした。

ア. 植繊オガ区：植繊材とオガクズを容積で概ね等量混合した。

イ. 植繊オガモミ区：植繊材とオガクズとモミガラを容積で概ね等量混合した。

ウ. オガモミ区：対照区としてA養豚農家の敷料材料のオガクズとモミガラを容積で概ね等量混合した。

(4) 飼養管理

コンクリート床の平床豚房に各敷料を約2㎡、15～20cm厚に敷詰め12頭群飼とした。1豚房の面積は15.26㎡であり（餌箱が置いてある床面積を除く）、1頭当たり床面積は1.27㎡であった。

飼料は肥育前期飼料（TDN78%以上、DCP14%以上）をウエットフィーダーにより不断給餌した。

(5) 調査項目

豚舎内温度及び湿度、発育、肢蹄への影響、敷料交換回数、敷料水分・灰分変化、敷料の窒素・リン酸含量。

結果及び考察

1. 試験1

(1) 敷料の性状

供試した敷料材料の性状は表1のとおりである。

表1 供試敷料材料の性状

	水分 %	灰分 (乾物%)	吸水量 %	容積重 kg/L	窒素 (乾物%)	炭素 (乾物%)	リン酸 (乾物%)	C/N比
植繊材	44.9	26.6	239.5	0.29	0.54	44.4	0.17	82.9
オガクズ	14.9	0.8	598.3	0.14	0.06	45.5	0.01	729.1
モミガラ (参考値)	10.6	23.3	202.2					

表2 植織材とオガクズの粒度分布

mm 粒度分布	(%)					
	荒破碎材	植織機 搬出口	植織材 堆積物	杉の背板 の植織材	植織材	供試材料 オガクズ
15.9mm以上	24.0	4.4	0.8	1.3	4.1	0.3
7.93 ~ 15.9mm	12.2	16.9	7.9	25.6	12.0	0.2
4 ~ 7.93mm	14.9	22.5	21.5	27.0	24.7	0.8
2 ~ 4mm	10.9	19.9	22.7	19.5	16.4	2.5
1 ~ 2mm	11.9	14.2	18.0	11.1	14.1	25.8
0.5 ~ 1mm	8.2	9.8	14.1	6.7	10.9	39.4
0.25 ~ 0.5mm	6.8	6.2	9.3	4.1	9.8	21.6
0.125 ~ 0.25mm	5.6	3.6	4.2	2.9	5.7	8.0
0.125mm以下	5.5	2.4	1.6	1.7	2.4	1.4
	100	100	100	100	100.0	100.0

植織材は林地等から運ばれてきて半年から1年程度露天に堆積され破碎機にかけることもあり水分が44.9%とオガクズと比べて高めであった。植織材の材料は樹皮や根も入るため、オガクズに比べ灰分は高い値、窒素やリン酸の成分値がやや高くC/N比は低い値を示した。また容積重はオガクズが0.14kg/Lであったのに対して、植織材は0.29kg/Lであり、植織材は重く感じられる素材であった。

吸水量はオガクズが598%であったのに対して、植織材は240%でありむしろモミガラに近い値であった。

植織材とオガクズの粒度分布は表2のとおりであり、荒破碎材を植織機にかけることで15.9mmより大きい分画が減少し、15.9mm以下の分画がそれぞれ増加した。また植織機から搬出したものを堆積しておくことで分解が促進され、4mmより大きい分画が減少し4mm以下の分画が増加していた。

今回試験に用いた植織材は搬出口から出たものを若干期間堆積した材料であった。供試したオガクズは0.125 ~ 2mmの粒子が主体であったのに対して、植織材はオガクズより広い範囲に分布し粗大な木片もわずかながら散見された。走査電子顕微鏡で観察したところ、オガクズでは蜂の巣状の穴のあいた構造が見られたが、植織材ではオガクズのように蜂の巣状の穴のあいた構造は見られず、この構造の違いが吸水量の差になっていると推察された。

(2) 供試豚の生体への影響

飼育豚舎の温度及び湿度は表3のとおりであった。豚舎内温度は、試験初期は低めに推移したが3月以降比較的暖かな日が多く、試験期間の平均は11.1℃であった。

供試豚の生体への影響、発育や肢蹄への影響を調査した成績は表4のとおりであった。試験開始時体重は概ね28kgであった。105kg到達日齢は各区に有意な差はなく、各個体のばらつきが大きく平均では植織材区が161日、混合区が159日、オガクズ区が170日であった。DGも各区に有意な差はなく、各個体のばらつきが大きく平均では植織材区が909g、混合区が942g、オガクズ区が847gであった。これらのことから少なくとも植織材区、混合区は、対照区のおガクズ区に比べて発育に遜色はなく、植織材の敷料利用が発育に影響を及ぼさないことが推察できた。

また植織材はオガクズより大きい木片が混在していたが肢蹄への影響も特に観察されなかった。

(3) 敷料性状変化

各区の豚ふんの性状を体重約100kg時点で調査し表5に示したが、各区に顕著な差は見られないことを確認した。

豚ふん尿を吸着した10cmと30cmの敷料の成分変化を表6に、水分・灰分変化を図1に示した。

ふん尿の吸着にともない各区ともpHはアルカリ性に、EC、窒素、リン酸は数値が大きくなった。

表3 豚舎内温度及び湿度

日平均気温 (°C)	11.1	(2.2 ~ 21.5)
日最高気温 (°C)	17.7	(6.5 ~ 29.1)
日最低気温 (°C)	6.4	(-3.0 ~ 19.1)
日平均湿度 (%)	71.1	(41.8 ~ 99.8)

* () 内は範囲

表5 豚ふん性状

		植織材区	混合区	オガクズ区
水分	%	75.2	73.8	76.2
灰分	乾物%	15.8	15.0	14.2
窒素	乾物%	4.3	4.0	4.5
リン酸	乾物%	4.2	4.9	4.7
C/N比		9.9	10.0	10.0

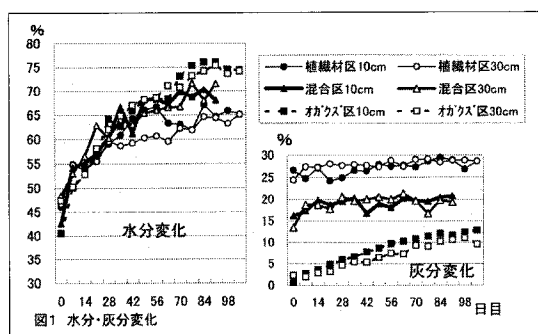
表4 供試豚への発育や肢蹄への影響

		植織材区	混合区	オガクズ区
開始時日齢	(日)	75.8 ± 6.6	76.2 ± 2.0	77.8 ± 6.1
開始時体重	(kg)	28.2 ± 2.9	28.0 ± 2.2	28.1 ± 3.1
105kg到達日齢	(日)	160.8 ± 4.8	158.6 ± 6.7	169.8 ± 11.0
DG	(g)	909.4 ± 60.2	942.0 ± 75.7	847.2 ± 82.1
飼料要求率		3.34	3.07	3.11
肢蹄への影響		特に無し	特に無し	特に無し

表6 敷料の成分変化

	pH			EC (mS/cm)			窒素 (乾物%)			リン酸 (乾物%)			C/N比			
	植繊材区	混合区	オガズ区	植繊材区	混合区	オガズ区	植繊材区	混合区	オガズ区	植繊材区	混合区	オガズ区	植繊材区	混合区	オガズ区	
0日目	6.44	6.66	6.07	0.79	0.56	0.47	0.83	1.13	0.39	0.41	0.89	0.20	49.5	39.0	135.1	
28日目	7.72	8.01	8.14	2.81	3.38	4.31	1.54	1.49	1.47	1.13	1.32	1.06	24.0	26.8	32.2	
56日目	10cm	8.06	8.01	8.43	4.49	3.73	6.38	1.98	1.48	1.95	1.26	1.51	2.47	18.3	27.8	23.2
	30cm	7.89	7.55	7.22	2.49	2.62	5.09	1.69	1.24	1.11	0.82	1.33	1.75	21.1	32.2	41.7
84日目	10cm	8.07	8.28	8.13	4.49	2.92	6.13	2.07	2.21	1.96	1.62	2.59	3.26	17.1	18.0	22.4
	30cm	8.29	8.01	7.93	3.56	3.63	5.51	1.81	1.74	1.72	1.48	2.08	2.75	19.8	23.0	26.1
105日目*10cm	7.83	8.21	8.23	3.24	4.10	6.16	1.66	1.79	1.88	1.43	2.09	3.59	22.1	23.3	24.1	
	30cm	7.81	7.82	8.04	3.31	3.04	5.40	1.80	0.99	1.31	1.49	1.11	2.43	20.2	42.9	36.1

*混合区は90日目を測定



ECは搬出回数の少ないオガズ区で植繊材区、混合区より高い値を示した。C/N比は開始時に比較すると、終了時、表面から深さ10cmでは22～24に、30cmでは20～43に減少していた。

敷料はオガズ区が高い水分、植繊材区が低い水分で推移したが、植繊材区は低い水分でも豚体の汚れが目立ち敷料を交換せざるを得なかった。また植繊材区は10cmより30cmの深さの水分が低く、ふん尿水分の移動が少なかったことが伺える。灰分はオガズ区が顕著に上昇したが、オガズの灰分が低

いためふんが混合されることにより、また有機物が分解されることにより、灰分の割合が増えたと推察された。

敷料温度及び臭気測定結果を表7に示した。豚舎の平均温度が2.2～21.5℃であったにもかかわらず敷料温度は10.0～40.8℃と高めに推移し、有機物の分解による発熱が示唆された。敷料温度はオガズ区が最も高く、混合区、植繊材区の順であった。

アンモニアは試験後半においていずれの区も10ppm以上が測定された。硫化水素はオガズ区の試験後半時期に確認されたが、高水分になった敷料が嫌氣的になってしまったためと推察された。

(4) 敷料重量測定成績

敷料の投入量や搬出重量を表8に示した。敷料は泥滓化部分を部分的に適宜搬出し新しい敷料を投入したが、植繊材区は搬出回数が多く、搬出重量も多かった。植繊材はオガズに比べて、ふんとの混合性が悪く吸水性も劣るためふん尿の多い排泄場は泥滓化しやすく、ふん尿がそれほど多くない場所は植繊材とふんが固まり岩盤状になりやすい傾向にあり

表7 敷料温度及び臭気測定結果

	植繊材区	混合区	オガズ区
敷料温度 10cm (°C)	19.2 (10.0～26.8)	25.4 (14.1～38.1)	27.6 (13.2～40.8)
敷料温度 30cm (°C)	20.3 (10.0～25.6)	25.2 (17.9～31.5)	26.2 (15.9～34.3)
アンモニア (ppm)	4.4 (0～12)	3.7 (0～15.5)	2.6 (0～10)
硫化水素 (ppm)	0	0	0.3 (0～2.2)

* () 内は範囲

表8 敷料重量測定成績

	植繊材区	混合区	オガズ区
試験開始時水分 (%)	46.4	45.5	44.0
試験終了時水分 (%)	65.1	69.8	74.3
使用敷料全重量 (kg)	1748	1198	750
途中搬出重量 (kg)	1432	1047	333
途中搬出回数 (回)	18	14	8
試験終了時重量 (kg)	1792	1515	1653
ふん尿増加量 (kg)	1476	1364	1236
1日1頭当たりふん尿増加量 (kg)	3.29	3.25	2.65

搬出回数が多くなった。

またオガズ区も8回の搬出を行った。これは飲水器からのこぼれ水が敷料に吸着してしまったことと、1頭当たりの床面積は1.28㎡あったものの1豚房の頭数、面積が少なかったため排泄場と休息場の充分な分離が行えず全体的に含水率が高くなったことが原因と考えられる。

1日1頭当たりのふん尿増加量をみると植織材区が3.29kg、混合区が3.25kg、オガズ区が2.65kgでオガズ区が少なかった。

1日1頭当たりのふん量を2.1kg、尿量を3.8kg、ふんの水分を75%とした時の、水分蒸発量及び乾物分解量を推定し表9に示した。1日1㎡当たりの水分蒸発量はオガズ区が2.0kg、植織材及び混合区は1.5kgであった。1日1頭当たりの乾物分解量は3区とも0.3kg程度であり、総乾物量に対する割合で見ると、植織区が0.13%、混合区が0.18%、オガズ区が0.24%であった。

試験期間中に用いた敷料を植織材は1kg当たり3.45円、オガズは1kg当たり20円（当場の養豚用オガズ購入単価）とした時の代金を表10に示した。オガズ区は15,746円であったのに対し、植織材区は6,330円と安価であった。混合区は追加投入においてオガズを多めに使ったため13,032円であった。

表9 水分蒸発量及び乾物分解量の推定

	植織材区	混合区	オガズ区
水分蒸発量 (kg)	1002	989	1363
1日1㎡当たり蒸発量 (kg)	1.49	1.48	2.02
乾物分解量 (kg)	171	175	169
1日1頭当たり乾物分解量 (kg)	0.33	0.34	0.32
1日当たり乾物分解率 (%)	0.13	0.18	0.24

表10 敷料代金 (円)

	植織材区	混合区	オガズ区
1kg当たり単価	3.45		20
試験期間	6,330	13,032	15,746

2. 試験2

(1) 供試豚の生体への影響

飼育豚舎の温度及び湿度は表11のとおりであった。最高気温18.5～30.6℃、最低気温で13.5～22.6℃、試験後半は湿度の高い日も多く、比較的高温多湿期の試験であった。

30～40kg程度から70～80kg程度までの発育成績

表11 A養豚農家豚舎内気温・湿度

日平均気温 (°C)	21.0 (15.6～25.6)
日最高気温 (°C)	24.7 (18.5～30.6)
日最低気温 (°C)	17.7 (13.5～22.6)
日平均湿度 (%)	77.7 (51.5～94.4)

* () 内は範囲

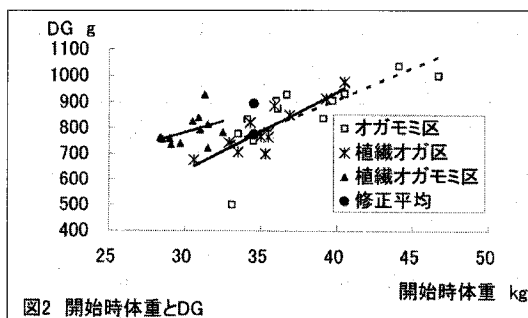


図2 開始時体重とDG

は表12のとおり、DGはばらつきが大きかった。大きい豚から移動し群編成をおこなったことにより開始時の体重が区により異なったため、共分散分析¹²⁾による検定を行った。

図2に開始時体重とDGの関係を表す分散図を示した。それぞれ開始時体重が大きいとDGが大きい傾向にあり、分析により3本の直線の傾きは差が無いことが確認され、共通の回帰直線の傾き (be = 25.56605) により、平均開始体重34.5kgのときの、DGを求めて修正平均DGとした。修正平均DGは対照区のオガモミ区では773.8g、植織オガ区では776.6gとほとんど同じであったが、植織オガモミ区は895.8gで有意に大きい値であった。植織オガモミ区は開始時体重が小さ目であったが、体重差が小さく良くそろっていたため、遅れるものがなく順調に発育したと推察された。

いずれにしても、植織材が混合しても発育に影響がなかったといえる。また肢蹄への影響はいずれの区も見られなかった。

(2) 敷料性状

それぞれ休息場所と排泄場所の敷料水分の変化を表13に、敷料測定成績をまとめ表14に示した。0日目水分はオガモミ区がやや高めであったが、モミガラが露天におかれていたものだったためである。

排泄場所の水分は植織オガ区が64.4～68.2%、植織オガモミ区64.1～75.8%、オガモミ区62.7～70.3%といずれも高水分であった。休息場所は植織オガ区が33.8～46.4%、植織オガモミ区32.6～

表12 A農家における発育成績

		植織オガ区	植織オガモミ区	オガモミ区
開始時体重 (kg)		35.4 ± 2.7	30.3 ± 1.3	37.8 ± 4.3
終了時体重 (kg)		72.2 ± 6.7	66.6 ± 3.4	77.3 ± 10.1
DG (g)		799.6 ± 93.3	788.2 ± 57.8	858.3 ± 140.5
肢蹄への影響		特に無し	特に無し	特に無し

表13 A農家における敷料水分変化

	植織オガ区		植織オガモミ区		オガモミ区	
	休息場	排泄場	休息場	排泄場	休息場	排泄場
0 日目	37.7		41.4		44.2	
7 日目	36.0	68.2	32.6	64.1	41.6	62.7
14 日目	33.8	67.6	33.2	75.8	37.3	70.3
28 日目	34.4	67.9	44.5	72.8	29.5	69.5
42 日目	45.3	64.8	42.7	66.8	54.1	68.9
46 日目	46.4	64.4	41.7	65.2	49.6	67.6

表14 A農家における敷料測定成績

		植織オガ	植織オガ	オガモミ
		区	モミ区	区
交換回数	(回)	0	0	0
水分	開始時 (%)	37.7	41.4	44.2
	終了時 (%)	57.9	57.2	60.5
灰分	開始時 (乾物%)	24.2	21.6	10.3
	終了時 (乾物%)	22.4	20.9	17.4
窒素	開始時 (乾物%)	0.40	0.33	0.26
	終了時 (乾物%)	1.27	1.34	1.32
リン酸	開始時 (乾物%)	0.14	0.11	0.06
	終了時 (乾物%)	2.34	2.59	2.71

44.5%、オガモミ区29.5～54.1%といずれも概ね50%以下で、敷料の搬出や敷料の追加投入の必要はないと判断されたため敷料交換は行わなかった。

敷料の窒素含量は開始時がいずれも0.3～0.4%、終了時は1.3%程度であった。リン酸は開始時がいずれも0.1%程度、終了時は2.3～2.7%であり、ふん尿の吸着により肥料成分の蓄積が見られた。

以上の結果から植織材は豚の成長や肢蹄に影響は無く敷料としての利用は可能なことが確認された。しかし単独での使用はふんとの混合性が悪く吸水性も劣るため、ふん尿の多い排泄場は泥濘化しやすい傾向にあり搬出量や搬出回数が多くなるためオガクズやモミガラとの混合使用が適していると考えられた。また植織材はある程度の水分を持つためほこりになりにくい利点があり休息場所に植織材を投入、排泄場所はオガクズを中心に投入など敷料の一部

としての利用を検討したい。また泥濘化部分が搬出しやすい構造の豚舎での利用が好ましいと考えられる。

謝 辞

最後に調査にご協力いただいたA養豚農家の皆様及び敷料材料を提供頂いたウッドリサイクル協同組合の皆様及び関係諸氏に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 植織機(2003)、<http://www.ah.wakwak.com/~szk/sinkou/toha.html>
- 2) 高島聖二・小島隆一・杉本清美・曾根一幸(1994)、千葉畜産研報18: 89-92
- 3) 北海道滝川畜試(1997)、平成9年度北海道立滝川畜試年報: 34-35
- 4) 宮本光浩・神山佳三(2001)、平成13年度試験研究成果発表会資料(養豚): 20-23
- 5) 崎尾さやか・黒沢和久・吉田宣夫(1999)、平成11年度埼玉県畜産センター試験成績書: 134-144
- 6) 崎尾さやか・黒沢和久・浜口充(2002)、埼玉農総研報2: 128-132
- 7) 財団法人畜産環境整備機構(2000)、平成12年度畜産環境アドバイザー養成研修会資料(堆肥化施設の設計・審査技術研修): 8-10
- 8) 柴田るり子・大泉長治・岡田光弘・高山文雄(1985)、千葉畜産研報9: 57-62
- 9) 全国農業協同組合中央会(1994)、有機質肥料等品質保全研究会報告書: 27-28
- 10) 農林水産省農業環境技術研究所(1992)、肥料分析法: 11-13、30-37
- 11) 千葉県農業化学検査所(1994)、平成6年度試験成績書: 50
- 12) 吉田実(1983)、畜産を中心とする実験計画法、養賢堂: 314-323