

I 報 文

焼酎蒸留廃液の堆肥化に関する研究(第2報)

竹野 大志・久保 克己^{*1}・山口 智士^{*2}・福田 詮^{*3}

Experiment on making compost from Shouchu-Distillery Wastes (Report No.2)

Taiji TAKENO, Katsumi KUBO, Satoshi YAMAGUCHI and Akira FUKUDA

We reported that 1.2m³ of Shouchu-Distillery Wastes could be treated in a day by composting facility, and the maximum rate of evaporation using aeration tube was 14.6 l / m², in previous paper.

In this study, we tried to treat all of Shouchu-Distillery Wastes which were discharged from F-liquor factory, and estimate the maximum rate of evaporation without aeration tube.

The area of composting facility which was used in this study was about 200m².

Using this facility, we could treat 122m³ of Shouchu-Distillery Wastes, during 61 days.

The compost which was made by this process, contained 1.7% of total nitrogen, 0.5% of total phosphorus, 0.5% of potassium and C/N was 20.

The maximum rate of evaporation without aeration tube was 13 l / m²

Key words : Shouchu-Distillery Wastes, Compost, Odor

キーワード : 焼酎蒸留廃液, コンポスト, 臭気

はじめに

焼酎蒸留廃液(以下焼酎粕)とは、乙類焼酎の蒸留過程で発生する余剰廃液である。我々は平成12年度より焼酎粕の堆肥化について、産学官の共同研究体制で取り組みを行い、床面積約90m²(30m²×3)の堆肥舎を利用することで、約1.2m³/dayの焼酎粕を連日処理することができることを報告した¹⁾。平成13年はF酒造工場から排出される焼酎粕の全量処理およびこれまでの結果を踏まえて、単位面積あたりの最大処理可能量を明らかにすることを目的とした実験を行ったので、その結果を報告する。

試験方法

平成13年の実証試験では、平成12年と同じ区画にもみがら堆肥と新もみがらを1:1で混合したものを約54m³堆積した。散布量は、それぞれ、試験区Aは400l/day、試験区Bは500l/day、試験区Cは600l/dayと設定して、毎日、定量して散布した。切り返しは、2週間に1回から週に1回の頻度で重機を用いて実施することにして、平成12年の実験で行った散布後の上面部の攪拌作業は省略することとした。また、通気管は設置しなかった。以上の条件のもとに各試験区において温度、pH、水分、総窒素、臭気について62日に渡って変化を追跡した。また各試験区で得られた生成物について肥料成分の分析を行った。なお、試験区A・B・Cに散布する1,500l/day(400l+500l+600l)以外の焼酎粕は予備区画に等分して散布した。試験区概略図を図1に示した。(p??参照)

試験結果

(1) 温度

試験区A・B・Cの堆積物内部50cmの温度の経時変化を図2に示した。各試験区の散布期間中の平均温度は65℃で、最高温度は76℃であった。試験開始後から42日目までの各試験区における最高温度には、大差は見られなかったが、それ以後は試験区A>B>Cの順で最高温度は高い値を記録した。この原因は、焼酎粕の散布量に関係があると考えられ、焼酎粕の散布量が試験区Aより多い試験区CやBは、水分過多となり好氣的発酵が妨げられたことにより、堆積物の温度が低下したと推測された。

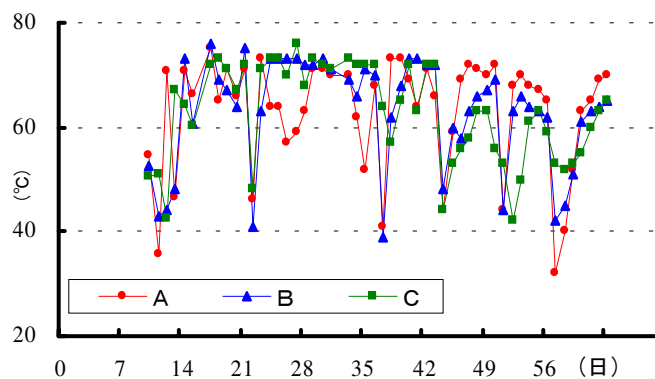


図2 発酵期間中の温度変化

(2) pH (H₂O)

発酵期間中のpHの経時変化を図3に示した。pHは平成12年実証試験と同じく、散布を開始してから14日後には、各試験区ともpH8前後の値になった。

※1 長崎県工業技術センター※2 ㈱長崎バイオパーク※3 ㈱福田酒造

堆積物の pH の変動は、焼酎粕に本来含まれる酸性物質等の分解が原因の一つと考える。14 日目以降の試験区 C は、連日 600 ℓ 焼酎粕が散布されたため、その酸度の影響を受け、pH は徐々に低下し 49 日目には pH6 まで低下した。

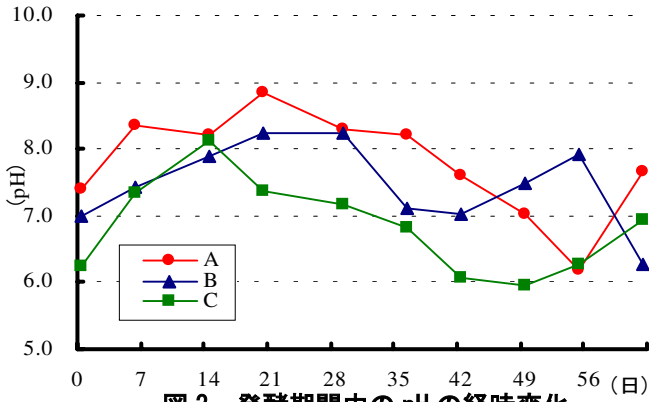


図3 発酵期間中の pH の経時変化

(3) 水分

水分値は、焼酎粕を散布する毎にその値は上昇した。試験開始から 36 日経過した試験区 B や C の底部からは、焼酎粕の余剰水分が漏出している日が認められた。この時の試験区 C の水分値は、58.1%であった。試験区の水分 60%を超えた 49 日以後では、試験区 A・B・C それぞれ余剰水分の漏出が見られ、臭気もやや強くなった。このことから、堆肥化副資材としてもみがらを利用した場合、堆積物の底から余剰水の漏出があると、おおよそ水分 60%に近い値と判断でき、焼酎粕の過剰散布の目安となる。図 4 に水分率の経時変化と余剰水分の漏れ出した量を見た目で推計した値の積算値を示した。

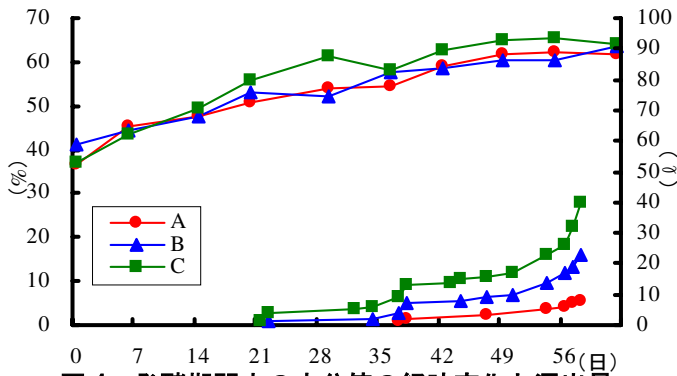


図4 発酵期間中の水分値の経時変化と漏出量

(4) 総窒素

高温発酵期間中の総窒素の経時変化を図 5 に示した。総窒素量は、焼酎粕の散布日数に比例して上昇し、62 日目の総窒素値は試験区 A で 1.64%、試験区 B・C では 1.55%であった。ここでの窒素源は焼酎粕であるので、総窒素量は焼酎粕の散布量と比例すべきものと考えられる。しかし、試験区 C は試験区 A の 1.5 倍散布したにも関わらず、その差が認められてい

ない。これは、試験区 C や B においては、試験区 A に比べ余剰水分が堆積物の底部から浸出したことや、アンモニアガスの発生量が多かったことが原因と考えられる。

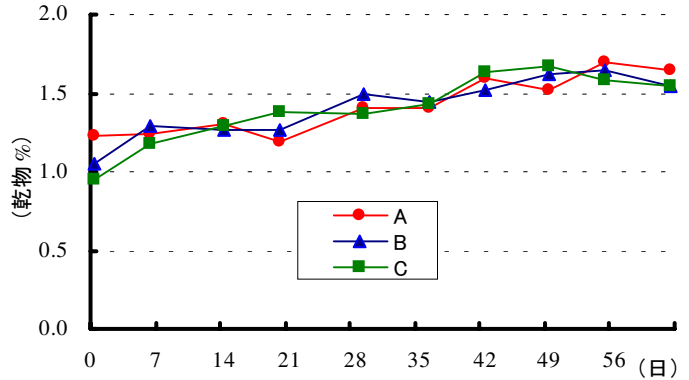


図5 総窒素の経時変化

(5) 臭気(アンモニアガス)

発酵過程で発生するアンモニアを 3 日おきに、検知管を用いてモニタリングした。測定は、堆積物直上で風を避けて測定した。測定結果を図 6 に示した。

散布開始から 3 週間程経過した頃から、アンモニアの発生が認められ、その濃度は全期間を通じて概ね 20ppm 以下であったが、52 日目の試験区 C では、30ppm 検出された。この頃試験区 C の底部より余剰水分が漏出していたことから、水分過多のため良好な好気発酵状態でなかったと推測される。ただし、実験期間中、堆肥舎の敷地境界地点で悪臭を感じることはなかった。

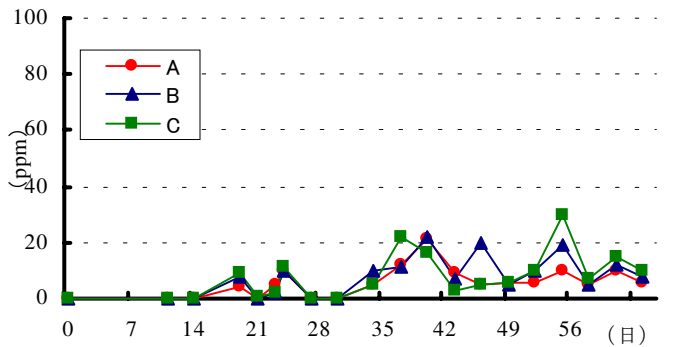


図6 堆積物直上のアンモニアガス濃度の経時変化

(6) 肥料成分分析結果

表 1 に焼酎粕の散布前、散布期間中と養生期の肥料成分分析結果を示した。各値は、焼酎粕に含まれる肥効成分が分解されたことによって上昇している。散布期間中の全炭素の値は、焼酎粕を大量に散布したため、焼酎粕自体に含まれる炭素分の影響と考えられる。しかし、その値は約 4 ヶ月にわたる養生期間を経たことで低下した。

表 2 には、平成 13 年実証試験の試験区 A・B・C を混合して後熟して得られた最終産物の肥料成分分析結果を示した。主な肥料成分である全窒素の値は 1.85%、

燐酸は 0.51%(全 P_2O_5 として),カリウムは 0.50%(全 K_2O として)であり堆肥として有効であることが確認できた。炭素窒素比は昨年の試験と同様に 20 を下回る程度の値であった。これは,もみがらが十分に微生物分解を受けていないためと考えられる。

表 2 肥料成分分析結果 (最終産物)

項目	単位	結果
pH	-	6.8
水分	(現物%)	53.2
灰分	(乾物%)	31.4
強熱減量	(乾物%)	63.3
全炭素	(乾物%)	34.7
全窒素	(乾物%)	1.85
C/N比	-	18.8
NO_3-N	(mg/kg)	18.3
NH_4-N	(mg/kg)	10.0
全 P_2O_5	(乾物%)	0.51
全 K_2O	(乾物%)	0.50
Na	(乾物%)	0.049
CaO	(乾物%)	0.058
MgO	(乾物%)	0.24
Cu	(mg/kg)	20.9
Zn	(mg/kg)	71.9
アルカリ分	(乾物%)	1.2
腐植酸	(%)	6.2
CEC	(meq/100g)	35.9

(7) 焼酎粕処理量

平成 13 年の焼酎粕の排出期間は,2 月 24 日~ 4 月 27 日の 62 日間で,毎日,午前と午後それぞれ約 $1.2m^3$ の焼酎粕が 2 回発生した。つまり,F 酒造からは一日あたり約 $2.4m^3$ の焼酎粕が排出された。

平成 13 年実験では,試験区 A・B・C にそれぞれ一定量を散布することを基本として,その他の焼酎粕は,予備区画に等分して散布した。ただし,実際には醸造の都合により,焼酎粕が発酵せず試験区 A・B・C に散布できない日が数日あった。

結果的に平成 13 年実験では,約 $200m^2$ の堆肥舎を利用して総量 $122m^3$ の焼酎粕を処理することができた。表 3 に焼酎粕の処理量を示した。

まとめ

平成 13 年実証試験の目的は, $1m^2$ あたりの最大処理可能量を明らかにすることと,F 酒造から排出される焼酎粕の全量を今回検討している簡易発酵処理法によって処理することの 2 つであった。今回の処理では,試験区 A~ C の 3 区間で日量 $1.5m^3$ を処理し,残りの $0.9m^3$ は予備区画(図 1 参照)に散布して発酵処理を行った。

試験区 A~ C の処理では,全ての試験区において,量の多少はあるものの余剰水分の漏出が認められた

ことから,散気管を使用しない条件では $13.3 \ell / m^2 \cdot day$ ($400 \ell / day$, 試験区 A) 以上の処理は難しいことがわかった。なお,平成 12 年の試験結果において,通気管を使用して $14.6 \ell / m^2 \cdot day$ ($400 \ell / day$) の処理が可能であることが確認されている。予備区画における焼酎粕の処理に関しては,ここでは詳細には記述しないが,十分に余裕を持って処理を行うことができた。予備区画と試験区画の面積は同じであることから,F 酒造から排出される焼酎粕全量 ($2.4m^3/day$) を均等に散布すれば単位面積当たりの処理量は $13.3 \ell / m^2 \cdot day$ となり,散気管を設置することで安定的に発酵処理することが可能となることがわかった。

総まとめ

(1) もみがらの山に単純に焼酎粕を散布するだけでも,発酵熱が発生し,蒸散処理することが可能であることが判った。ただし,焼酎粕に含まれる固形分がもみがらの山の上面部に蓄積されるので,7~ 10 日間に一度の切り返しを行うことが必要である。

(2) 水分の蒸散と内部への空気の供給を促進する目的で,堆積物に通気管を設置したところ,発酵温度が高くなり,アンモニアの発生も低く押さえることができた。今回の実験で最も効率が良かった条件では,72 日間で $31.6m^3$ を処理することができ,単位面積当たりの処理量は $14.6 \ell / m^2 \cdot day$ であった。

(3) 通気管を使用しない条件においては,一定量以上の散布を行った場合,堆積物の底から余剰水分の漏出が認められ,単位面積当たりの処理量は約 $13 \ell / m^2 \cdot day$ が限度であることが判った。

(4) 今回の実験で得られた発酵処理物の肥料成分は,全窒素が約 1.8%,リンが約 0.5%,カリウムが約 0.5%であった。また,C/N 比が約 20 で十分に腐熟しているとは言えず,堆肥または土壌改良材として十分利用できるものではあるが,次年度も繰り返し発酵処理に利用して十分に腐熟させることが望ましい結果であった。

(5) 今回検討した簡易発酵法処理による焼酎粕の処理単価は,海洋投棄処分にかかる経費とほぼ同額であった。

参考文献

1) 竹野大志, 田中秀二, 久保克己, 山口智士, 福田詮: 焼酎蒸留廃液の堆肥化に関する研究(第 1 報), 長崎県衛生公害研究所報,46,1~5(2000)

表1 肥料成分の経時変化

項目	単位	散布前			散布期間中			養生期間中		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
pH	-	7.4	7.0	6.3	7.7	6.3	6.9	6.5	6.9	7.2
水分	(現物%)	36.6	41.0	40.0	61.7	63.4	64.2	51.9	53.8	49.8
灰分	(乾物%)	26.1	25.1	27.4	25.6	27.0	26.0	31.2	32.3	30.8
全窒素	(乾物%)	1.23	1.05	0.95	1.64	1.55	1.55	1.89	1.83	1.82
全炭素	(乾物%)	35.9	36.9	37.9	42.8	41.8	41.4	40.0	36.4	34.0
C/N比	-	29.2	35.1	39.9	26.1	27.0	26.7	21.2	19.9	18.7
全P ₂ O ₅	(乾物%)	0.29	0.26	0.25	0.49	0.48	0.42	0.51	0.52	0.51
全K ₂ O	(乾物%)	0.49	0.37	0.39	0.32	0.30	0.25	0.39	0.41	0.38
Na	(乾物%)	0.042	0.032	0.031	0.034	0.032	0.027	0.045	0.058	0.043
CaO	(乾物%)	0.027	0.020	0.021	0.034	0.032	0.032	0.060	0.059	0.056
MgO	(乾物%)	0.096	0.088	0.097	0.19	0.18	0.16	0.24	0.25	0.23

表3 焼酎粕の処理量

単位	散布日数 (days)	散布量/日 (ℓ/day)	連続散布期間 (days)	焼酎粕散布量/61日 (ℓ)	試験区床面積 (m ²)	床面積あたり処理量 (ℓ/m ² ・day)
試験区A	54	400	61	21,600	30	11.8
試験区B	54	500	61	27,000	30	14.8
試験区C	54	600	61	32,400	30	17.7
予備区画1	4	約200~ 300	61	5,186	24	3.5
予備区画2	48	約200~ 300	61	12,070	20	9.9
予備区画3	48	約200~ 300	61	12,070	20	9.9
予備区画4	48	約200~ 300	61	12,070	20	9.9
計			61	122,396	174	11.5

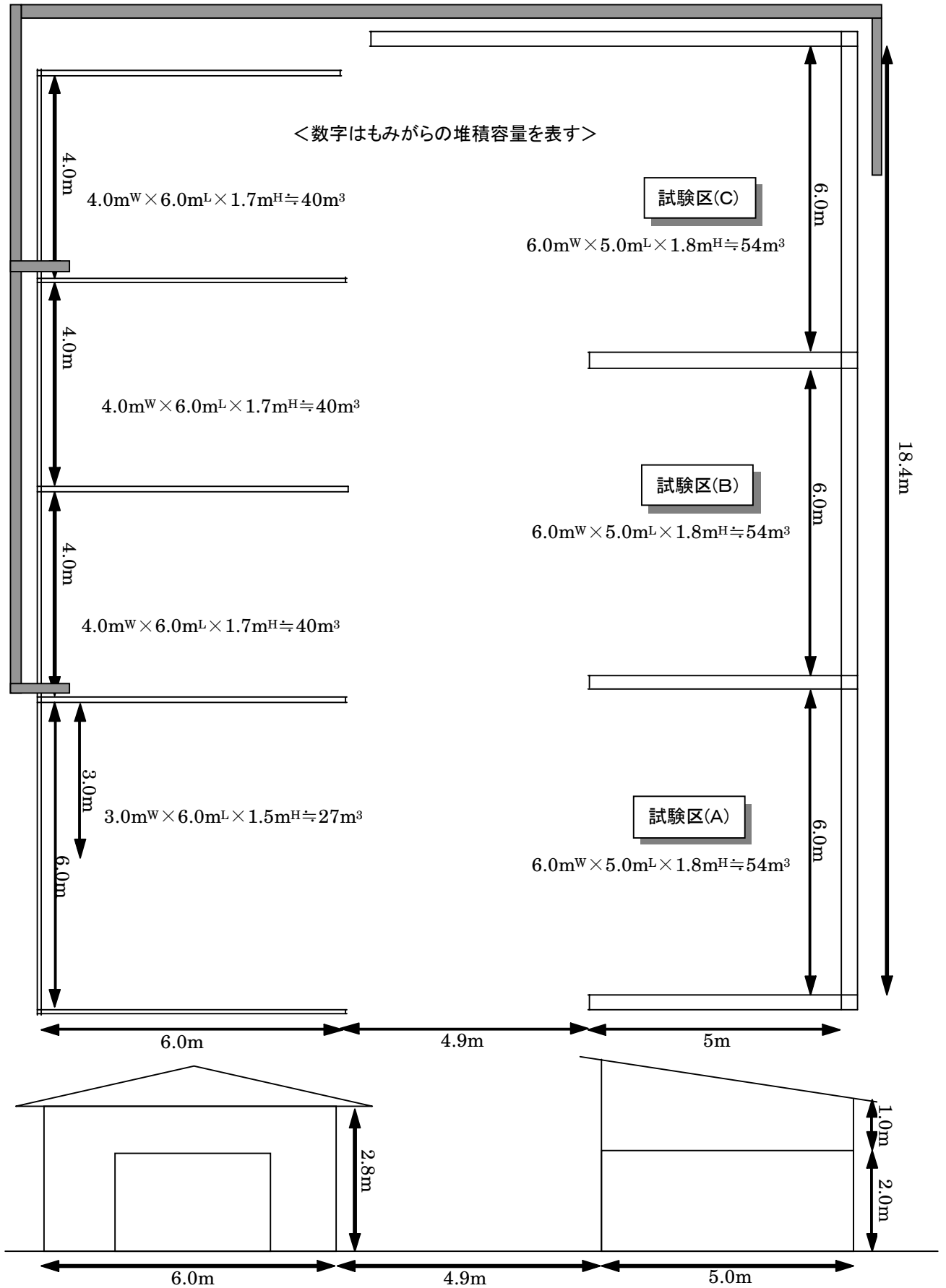


図1 実証試験堆肥舎の概略図