鹿大農場研報（Bull. Exp. Farm Fac. Agr. Kagoshima Univ.）24：15～22（1999）

有機廃棄物の分解と評価

―KIM菌の特性と分解有機物の熟度検定―

石畑清武・野口勝憲*・遠城道雄

（1998年10月10日受理）

Decomposition of Waste Organic Matters by Soil Microbe

―Characteristics of KIM Microbe and Compost Maturity of Decomposition Products―

Kiyotake ISHIHATA, Katsunori NOGUCHI* and Michio ONJO

緒　　言

家庭から排出される生ゴミ類，畜産排泄物，各種産業の有機排出物および汚泥等の量は年々増加傾向にあり，それらの処理法の開発は緊急の課題となっている．

石畑[4]はこれまで土壌中で有機物を急速に分解する微生物を探索し，その内から分解力の大きいKIM菌を分離・培養し，利用してきた．本研究ではこのKIM菌の特性ならびに分解した有機物の肥料としての熟成度の検定法について検討を行った．

材料と方法

培養中のKIM菌[4]から1997年に更に分解力のすぐれた菌を分離・培養し，従前のKIM菌をKIM-A菌，新たに分離した菌をKIM-B菌と命名して実験に供した．

1．培地のpH，ECおよび構成菌の同定ならびに分解試験

KIM菌は米糠および酒粕等の混合物を培地として培養されている．培地10 gに10倍量の水を加え，30分間振とうして，それぞれの培地のpHおよびECを測定した．つぎに培地10 gに90mlの滅菌水を加え，30分間振とうして，それらの液の希釈液をローズベンガル寒天培地[2]ならびにエッグアルブミン寒天培地[2]を用いて希釈平板法で糸状菌，色素耐性菌，放線菌および細菌を顕微鏡下で計数した．

さらに，素寒天を直径9 cmシャーレーに固定し，その上にKIM菌を置床し，30℃で60日間培養し，生育した菌類を検鏡した．

有機物の分解試験では，短冊状に切って滅菌したろ紙をシャーレーに入れ，KIM菌の培養材料が10^2～10^6倍に希釈されるように滅菌した液体培地を添加し，25℃の恒温下に置き，60日後に分解状態を観察した．なお市販の分解菌ビオライザー（片倉チッカリン株式会社製有機物分解促進材）についても同様な試験を行い，KIM菌と対比した．

* 片倉チッカリン株式会社筑波総合研究所

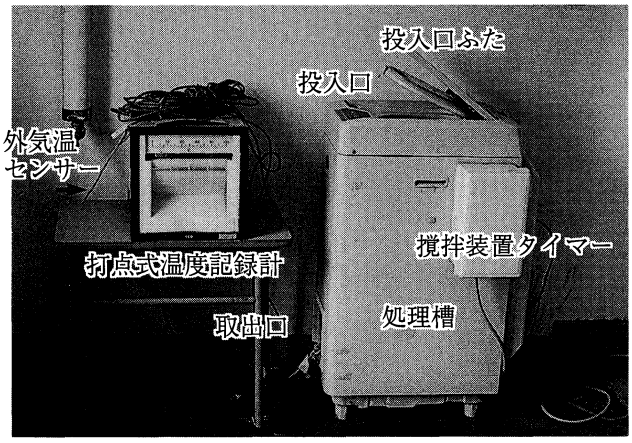
2．ゴミの分解

実験に供した生ゴミ分解装置を第1図，仕様書を第1表に示した．処理槽は自動的に正・逆方向にロータリー状に撹拌する装置を備え，タイマーにより6時間おきに5分間撹拌した．処理槽の下部には自動の電熱加温装置があり，低温時には槽内を13℃に保温することが可能である．

生ゴミの分解ではオガクズまたは米糠10kgを基材とし，基材の水分含量を50%に調整し，それらにKIM-A菌100gずつを混入して菌床とした．菌床を調整して2日後から家庭から排出される生ゴミを計量して毎日投入した．なお発酵分解中は水分補給は行わなかった．発酵中のアンモニアガスの発生量はガステック（株式会社ガステック製），発行槽内の温度は中心部と下部において打点式温度記録計（横河株式会社製）で計測した．生ゴミ混入は20日間行い，その後ビニール袋に2～3カ月保存し，熟度検定に供した．

第1表．生ゴミ分解処理装置の仕様書

項　目	仕　様
装置名	バイオ生ゴミ処理機
処理能力	1.2kg/日
処理方法	好気性土壌菌による常温分解方式
処理槽容量	50ℓ
電源/周波数	100V・50／60Hz共用
消費電力	112/107W
撹拌装置	随時セット，5分間運転/セット時
外形寸法	幅31.8cm×奥行き54.5cm×高さ85.0cm
重量	20kg



第1図．バイオ生ゴミ処理機．

3．分解物の熟成度の検定

1．アルカリ抽出液の円形ろ紙クロマトグラフィー検定[1)]

直径9cmのクロマトグラフィー用円形ろ紙（東洋ろ紙株式会社製）を0.5%硝酸銀水溶液に十分に浸した後，暗黒下で乾燥し，そのろ紙を中央部まで幅5mm，長さ約2cmの短冊状に切り込み，片面側に折り曲げてフラップとした．

肥料としての熟成度の検定では，KIM-A菌およびKIM-B菌によって分解されたそれぞれの生ゴミ分解有機物を風乾・粉砕して，その0.1gに0.1モルのNaOH水溶液10mlを加え，振とうして一昼夜抽出した．アルカリ抽出物の上澄み液を少量とり，上述の円形ろ紙のフラップより吸液させ，直径6～7cmのクロマトグラムを作成した．熟成度はクロマトグラムパターンにより，凹凸の小さい凹凸度1度から大きい5度までの5段階に区分し，熟成が最も進んだものを5度とした．なお，市販の分解HI菌を利用した生ゴミの分解物についても同様の検定を行った．

2．水抽出液のイネ種子による発芽検定[1)]

分解有機物に10および20倍量の水を加え，60℃で3時間抽出し，それらのろ液を用いてイネ種子の発芽試験を行った．直径9cmのシャーレーにろ紙2枚を敷き，10mlの検液を入れ，籾50粒を置床した．これを温度25～28℃の室内に置き，播種5日後の発芽率と10日後の生存率で熟成度を判定（検定）した．

結　　果

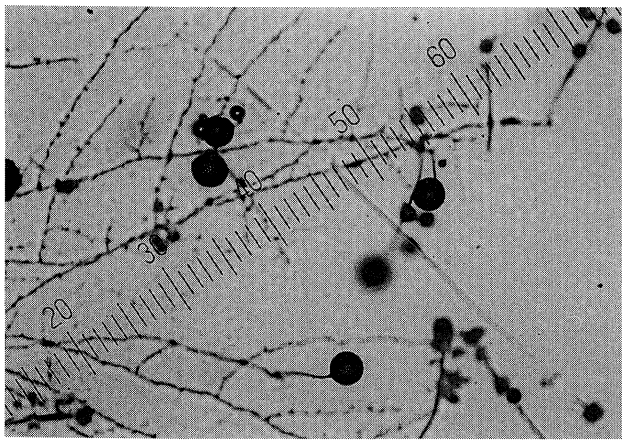
1．培地のpH，ECおよび構成菌の同定ならびに分解試験

第2表に示すとおり，KIM-A菌およびB菌の培地のpHはそれぞれ6.31，6.29で差は小さく，それらのECはそれぞれ0.64，0.56で，KIM-A菌でやや大であった．放線菌はKIM-A菌およびB菌ともにごくわずかで，KIM-A菌は糸状菌，色素耐性菌（色耐菌），細菌および放線菌との混合菌であり，菌の数は糸状菌が最も多く，次いで色耐菌であった．KIM-B菌もKIM-A菌同様の混合菌であるが，菌数は細菌がもっとも多く，次いで糸状菌であることが確認された．

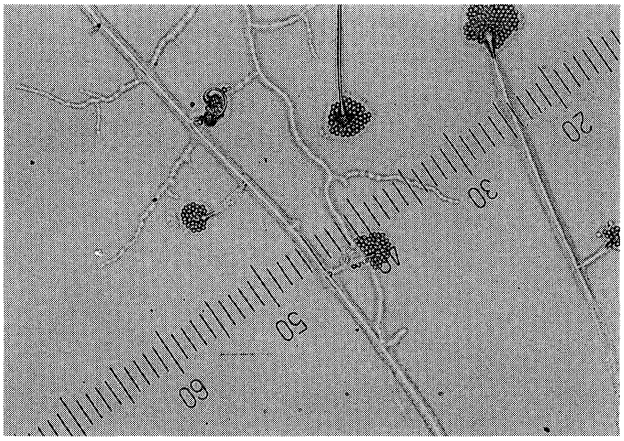
構成菌はKIM-AおよびBともに糸状菌の*Absidia*属（第2図），*Mucor*属（第3図）および細菌の*Bacillus*属（第4図）が検出され，さらに，KIM-B菌から糸状菌の*Papulaspora*属（第5図）も検出された．

第2表．KIM菌培地および構成菌（菌数/g）

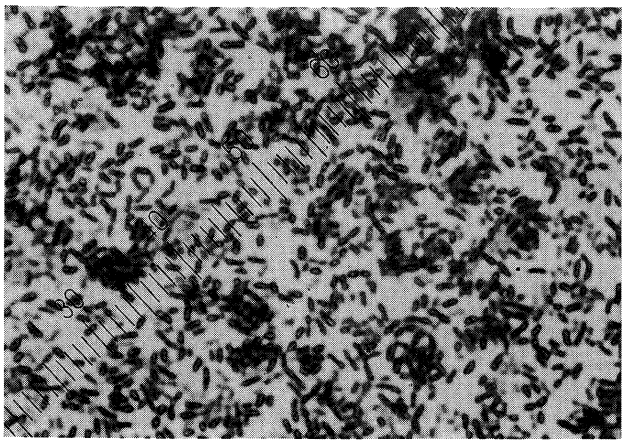
	培地pH	培地EC	糸状菌	色耐菌	放線菌	細菌
		mS/cm	$\times 10^4$	$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$
KIM-A菌	6.31	0.64	264	30	<10	<10
KIM-B菌	6.29	0.56	21	6	<10	154



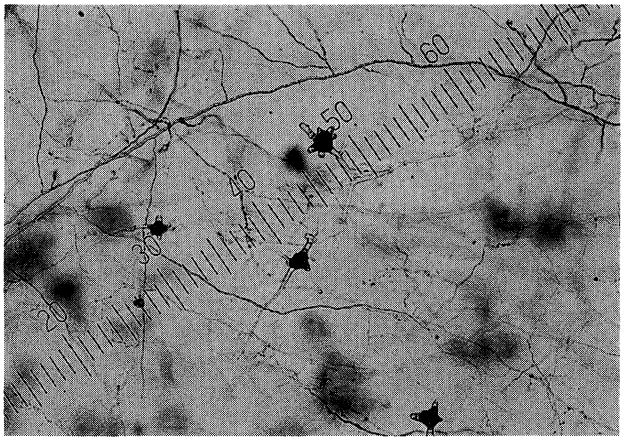
第2図．*Absidia*属（野口原図）．



第3図．*Mucor*属（野口原図）．



第4図．*Bacillus*属（野口原図）．



第5図．*Papulaspora*属（KIM-B菌，野口原図）．

ろ紙を用いた分解試験では10^2希釈液でも原形をとどめており，分解にはいたっていなかったが，引っ張るとらくに裂けるまでに脆くなっていた．分解の程度は市販のビオライザーには劣ったが，KIM-A 菌よりも KIM-B 菌が進んでいた．

2．生ゴミの分解

調整後の菌床の発熱は低く，外気温よりやや高かったが，生ゴミ投入を開始すると温度は上昇しはじめ，米糠を基材とした処理区では，処理２日目で60℃に達した（第３，４表）．生ゴミ投入後６時間おきに撹拌を行った場合，温度は撹拌３時間後に最高になった（第６図）．温度はオガクズ基材より米糠基材のほうがやや高く推移した．最高温度の持続時間は１～２時間であり，撹拌後６時間を経過すると最高温度より５～６℃低下した．その後撹拌するたびに発酵温度は上昇と低下を繰り返した．

アンモニアガスの発生量は処理開始直後は４～７ppmで，その後10～15ppmで推移し，生ゴミ投入終了時には10ppmで，官能的では感知できなかった．なお，生ゴミは混入１～２日後には原形をとどめないくらいに分解された．

生ゴミ混入終了後の分解物採取量は，米糠基材においては11.5kg，オガクズ基材においては12.4kgであり，投入した生ゴミ総量のそれぞれ7.0および11.7%であった．

第３表．米糠を基材とした生ゴミの KIM-A 菌による分解

処理開始後の日数	基材	混入生ゴミ重	発酵温度	発生アンモニアガス濃度
	(kg)	(kg)	(℃)	(ppm)
	10.0			
1		1.0	56.0	
2		1.2	61.0	
3		1.1	61.0	
4		1.2	61.0	4
5		1.3	61.0	7
6～10		5.0	63.5	10
11～15		5.6	63.5	13
16～20		5.1	63.5	10
計	10.0	21.5		
分解物採取量 11.5kg（生ゴミ重の7.0%）				

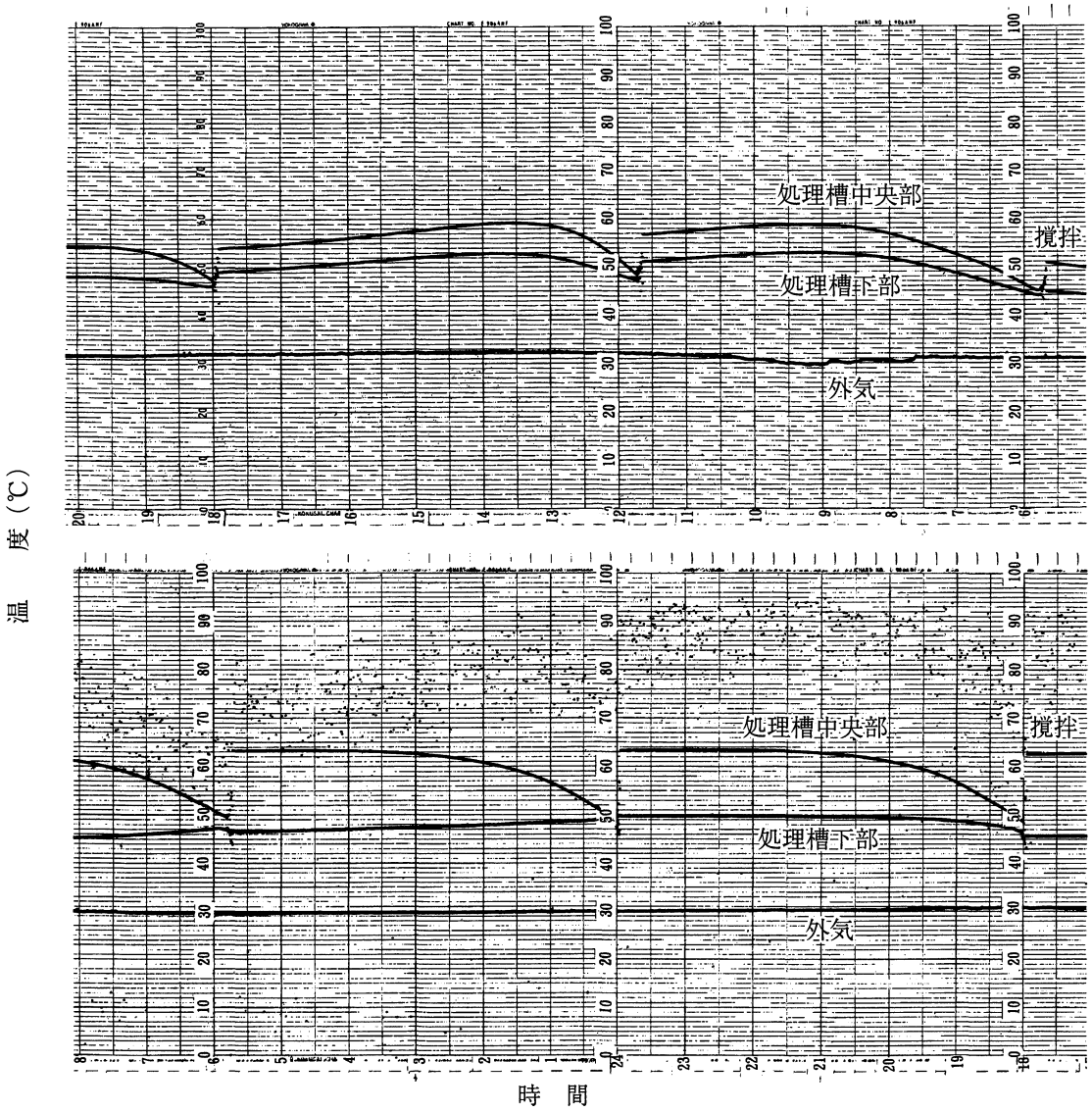
第４表．オガクズを基材とした生ゴミの KIM-A 菌による分解

処理開始後の日数	基材	混入生ゴミ重	発酵温度	発生アンモニアガス濃度
	(kg)	(kg)	(℃)	(ppm)
	10.0			
1		1.0	38.0	
2		1.2	50.0	
3		1.0	56.0	
4		1.2	57.0	4
5		1.7	59.0	4
6～10		5.2	59.5	10
11～15		4.8	59.5	15
16～20		5.4	59.5	13
計	10.0	21.5		
分解物採取量 12.4kg（生ゴミ重の11.2%）				

3．分解物熟成度の検定

1．アルカリ抽出液の円形ろ紙クロマトグラフィー検定

アルカリ抽出液の円形ろ紙クロマトグラムの凹凸の程度を第５表および第７図に示した．市販 HI 菌の分解物の凹凸度は１で，熟成度が最も低く，米糠基材における KIM-A 菌の分解物の凹凸度は２，オガクズ基材における KIM-A 菌の分解物の凹凸度は３で，かなり熟成していると判定された．



第6図．KIM-A 菌を利用した生ゴミ処理中の発行温度の推移．
上：基材米糠，下：オガクズ．

2．水抽出物液のイネ種子の発芽検定

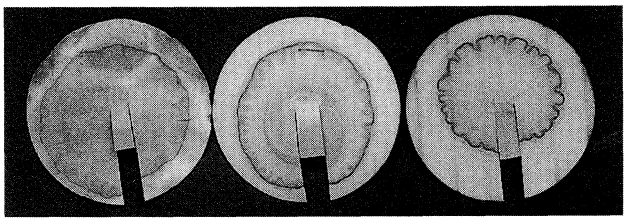
イネの発芽試験による検定の結果を第6表および第8図に示した．播種5日後の発芽率および10日後の生存率の最大値は無処理で，それぞれ98および98%，次いでオガクズ基材の KIM-A 菌による分解物の20倍液のそれらはそれぞれ94および92%であった．米糠基材 KIM-A 菌および市販 HI 菌による分解物の10倍液の5日後の発芽率は36および32%，10日後の生存率は0%であった．両者の20倍液の発芽率および生存率とも無処理に比べはるかに劣った．

考　　察

土壌中で有機物を分解する主要な微生物は，糸状菌，細菌および放線菌であるが[7]，KIM菌は糸状菌，細菌，色耐菌および放線菌の混合菌である．有機物分解初期の段階では糸状菌および細菌が

第5表．アルカリ抽出液のクロマトグラフィーによる熟成度

分解菌	基材	分解処理後の期間	クロマトグラフ凹凸度
		(カ月)	(度)
KIM-A	米糠	3	2
KIM-A	オガクズ	2	3
市販HI菌	オガクズ	1	1

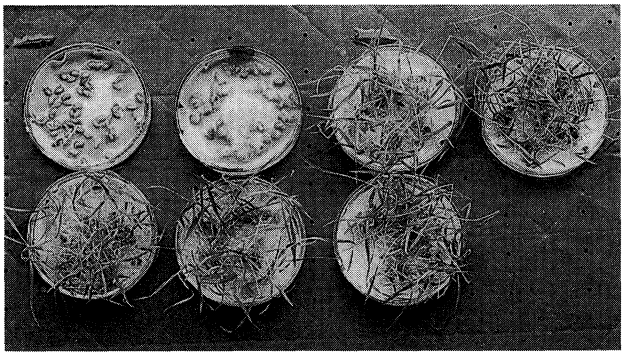


第7図．分解有機物のアルカリ抽出液円形ろ紙クロマトグラフィー．
左よりHI菌基材オガクズ(凹凸度1度)，KIM-A菌米糠（2度），KIM-A菌オガクズ（3度）．

第6表．分解有機物の水抽出液による水稲の発芽

分解菌	基材	分解処理後の期間	処理	5日後の発芽率	10日後の生存率
		(カ月)		(%)	(%)
KIM-A	米糠	3	10倍液	36	0
	米糠	3	20倍液	78	68
KIM-A	オガクズ	2	10倍液	92	82
	オガクズ	2	20倍液	94	92
HI*	オガクズ	3	10倍液	32	0
	オガクズ	3	20倍液	52	40
無処理			水	98	98

*：市販の分解菌による生ゴミ分解物．



第8図．生ゴミ分解物の水抽出液による水稲の発芽．
上，左よりHI菌基材米糠10倍液，KIM-A米糠10倍液，KIM-Aオガクズ10倍液，水，
下，左よりHI菌基材米糠20倍液，KIM-A米糠20倍液，KIM-Aオガクズ20倍液．

作用する[3, 6, 8]ことから，KIM 菌を利用した生ゴミの分解では，菌床に生ゴミ混入後まもなくすると発酵温度は高まっており，これは多く含有する糸状菌および色耐菌の作用によるものと思われる．

KIM-B 菌には KIM-A 菌に含まれない糸状菌の *Papulaspora* 属が検出されており，含有菌類の相乗作用から KIM-B 菌のろ紙分解力は KIM-A 菌より優れていたものと推察された．

米糠またはオガクズ基材の菌床へ生ゴミを混入した場合，混入後１～２日には生ゴミは原形をとどめないほどに分解され，生ゴミ臭は消失し，アンモニアガスの発生はきわめて低いことから，それらの菌の有機物分解促進作用が大きいことが認められ，既報[4]の実験結果とも一致した．発酵温度は処理開始後短時間で59～63.5℃に上昇しており，これは KIM 菌の旺盛な分解力を立証したものと思われる．なお，オガクズはN含量が少なく[1]，一方，米糠には糖質38.3%およびタンパク質13.2%を含有しており[1, 5, 8]，この成分の違いがオガクズ基材区より米糠基材区の発酵温度を高めた要因と思われる．

一般に，生ゴミの分解を促進するために30分から１時間おきに撹拌が行われているが，本実験の発酵温度の経緯から６時間おきに５分間位の撹拌で分解が促進されることが認められた．したがって，撹拌は６時間おきに行うのが概ね妥当と思われた．

分解終了後の有機物（decomposition products ; compost）の重量は基材および投入生ゴミの和である．米糠およびオガクズ基材による分解後の有機物の重量は，分解前の有機物の総重量のそれぞれ36.5%および39.4%であり，基材を除いた投入生ゴミ重量のそれぞれ７%および11.2%であった．生ゴミの水分含量は野菜類では85～95%，魚類では70～80%であることから[5]，得られた分解有機物量は概ね妥当な量であったと考えられる．

アルカリ抽出物の円形ろ紙クロマトグラムの凹凸度が低いほど，水抽出液の10および20倍液における水稲の発芽率および生存率も低く，両方法とも分解有機物の肥料としての熟度検定の指標となることが証明された．

分解有機物の肥料としての成熟度の実用的な検定法として生物検定がもっとも有効と思われるが，クロマトグラフィーのような簡易な方法との関連性をさらに検討したい．

謝辞：本実験を行うに当たり，深甚なる御協力をいただいた片倉チッカリン株式会社筑波総合研究所栗原　淳所長，紀岡雄三主任研究員，唐湊果樹園中島良文，谷村音樹指宿植物試験場福留弘康，野村哲也，長野幸雄，木山孝茂各技官に謝意を表します．

要　　約

１．有機物分解力のすぐれた KIM-A および KIM-B 菌の菌構成を明らかにした．KIM-A 菌および KIM-B 菌は糸状菌，色耐菌，放線菌および細菌から構成されていた．ろ紙分解性は KIM-A 菌より KIM-B 菌がすぐれていた．

２．米糠およびオガクズを基材とした KIM-A 菌による生ゴミの分解では，生ゴミ混入後１～２目には原形をとどめないほどに生ゴミは分解された．分解の発酵温度は，生ゴミを混入してから６時間おきに撹拌すると，２～３時間で最大の59～63.5℃に上がり，以後漸次低下した．分解を促進するために行う撹拌は，発酵温度の推移から６時間おきに５分間位が適当であると思われた．

３．分解有機物のアルカリ抽出液による円形ろ紙クラマトグラムの凹凸度が低いほど，水抽出物10倍液による発芽率および生存率も低く，両方法は分解有機物の肥料としての熟成程度の検定の指標の参考になるものと思われた．

文　　献

1）伊達　昇編：有機質肥料と微生物資材．p.107-186，農文協，東京（1998）
2）土壌微生物研究会編．土壌微生物実験法．p.44，431，養賢堂，東京（1977）
3）橋本秀教・松崎敏英：土つくり講座．V．有機物の利用．p.26-41，農文協，東京（1976）
4）石畑清武：有機物分解KIM 菌を利用した生ゴミの分解－自動撹拌装置の利用－．鹿大農場研報，**23**：51-57（1998）
5）科学技術庁資源調査会：五訂食品成分表．女子栄養大学出版部，東京（1998）
6）松崎敏英：土と堆肥と有機物．p.60-69，家の光協会，東京（1996）
7）都留信也：土つくり講座Ⅳ．土壌の微生物．p.31-36，農文協，東京(1976)
8）薄上英男：発酵肥料のつくり方・使い方．p.51-81，家の光協会，東京（1997）

Summary

1. The constitutive organisms of KIM-A and KIM-B, two microbes which demonstrate excellent degradation of organic material, were investigated. Filamentous fungus, actinomyces, dye-tolerant bacteria and bacteria were detected in KIM-A and KIM-B microbe. KIM-B showed greater degradation of filter paper than KIM-A.

2. When garbage was degraded by KIM-A using rice bran and sawdust as a base material, degradation was so complete in 1 to 2 days after the microbe was mixed with the garbage that no trace of the original form remained. The fermentation temperature during degradation increased to a maximum of 59° to 63.5℃ within 2 to 3 hours after the microbe was mixed with garbage and gradually decreased thereafter. Based on the time-course of the fermentation temperature, stirring for about 5 minutes at 6-hour intervals was considerd to be appropriate for promoting degradation.

3. The flatter the circular paper filter chromatographic patern obtained from an alkaline extract of organic material, the lower the germination of rice seed and survival rates of seedling in 10-fold dilution of a water extract. This indicates that these two methods may be useful as an index for testing the maturity of degraded organic materials as a fertilizer.