



## バイオマス変換技術と未利用資源の有効利用

## (2) エネルギー利用の新技術



羽賀 清典 原田 靖生  
畜産試験場\* 農業環境技術研究所\*\*

キーワード エネルギー, メタン醱酵, メタン細菌, 廃棄物

## 1. はじめに

農林業から生産されるバイオマスは、有機物含量が高く何らかの方法でエネルギー変換を施せば、エネルギー資源としての有効利用がはかれる。それは石油など化石燃料のエネルギー資源と異なり、再生可能エネルギーであり、しかもクリーンなエネルギー資源ということで注目されている。本稿ではバイオマスのうち、未利用資源である廃棄物を中心に、いくつかの代表的なエネルギー利用の例について、変換技術別に述べることにする。

## 2. メタン醱酵法

この変換技術は「古くて新しい技術」とよくいわれる。確かに有史以前から、「沼気」のかたちで存在し、古い時代からすでにいろいろな原料からメタンガスを取ることが行われていた。ごみ、し尿、下水汚泥、家畜ふん尿などその原料は多岐にわたっている。この伝統的技術が、昨今のエネルギー事情やバイオマスへの関心の高まりから、再び新しい技術として浮上してきた<sup>1,2)</sup>。

メタン醱酵はいくつかの細菌群の共生状態のなかで進行する。すなわち、原料のなかの高分子の有機物を低分子化し有機酸などを産生する細菌群、その生成物を水素や酢酸に変換する細菌群（水素産生酢酸菌）、さらに前の二つの細菌群による生成物をメタンと二酸化炭素に変換する細菌群（メタン細菌）などである。共生状態を示

す代表例として、水素産生酢酸菌が自分の作った水素によって生育阻害を受けるが、メタン細菌によって水素を消費してもらうことによって活発に活動できるようになることが知られている。このような細菌群のなかでも、主役はメタンガス生成に直接関与しているメタン細菌である。メタン細菌は最近の分類法によれば第1表に示すように3目、5科、37種が知られている。メタンガス生産の効率がいま一つ向上しない原因の一つには、これらメタン細菌の醱酵速度が遅いことがあげられ、その克服にむけて醱酵システムの改良や菌体固定化技術の開発などの研究が盛んに進められている。また、バイオテクノロジーなどによる微生物自体の改良も将来的には実現することになる。

醱酵システムの改良の例としては、2相方式や基質の前処理方式の導入がある。2相方式とはメタン醱酵を酸醱酵相とガス醱酵相の二つの相に分離し、おのおのの相の最適条件を維持することによって効率の向上をはかるものである<sup>3)</sup>。前処理方式とは化学的処理や物理学的処理によって基質の分解性を高める方法である。畜産分野では家畜ふん尿の搾汁処理によって原料中の易分解性有機物の濃度を高める方式が実用化されている<sup>4)</sup>。菌体の固定化は、メタン細菌を醱酵槽中に長時間・高濃度に保持できる点で非常に有効な技術である。さまざまな担体への固定化が試みられ、メタン生成速度の増大や基質の物理学的滞留時間の短縮が実現されている<sup>10)</sup>。

各種バイオマスからのメタンガス発生量を第2表に示す。発生量は醱酵槽に投入した有機物1kg当たりの値で示した。この数値を基礎に醱酵槽のさまざまな効率を算出することができる。たとえば、醱酵槽単位容積当たりのメタンガス発生量( $l/l \cdot 日$ )を求めるには、この数値に有機物負荷( $kg/l \cdot 日$ )を乗じてやればよい。有機物負荷とは醱酵槽単位容積当たり、1日にどのくらいの有

Kiyonori HAGA and Yasuo HARADA: Biomass Conversion and Utilization of Organic Wastes (2) Energy Production

\* 305 茨城県稲敷郡茎崎町池の台 2

\*\* 305 つくば市観音台 3-1-1

日本土壤肥料学雑誌 第59巻 第2号 p. 221~225 (1988)

第 1 表 メタン細菌とその性質\*

| メタン細菌                                 | 分離源                      | 形態       | 基質                                 | 最適温度<br>(°C) | 最適 pH   |
|---------------------------------------|--------------------------|----------|------------------------------------|--------------|---------|
| 目: <i>Methanobacteriales</i>          |                          |          |                                    |              |         |
| 科: <i>Methanobacteriaceae</i>         |                          |          |                                    |              |         |
| <i>Methanobacterium formicicum</i>    | 下水汚泥消化槽, ルーメン, 豚ふんメタン醗酵槽 | 桿菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 37           | 7.0     |
| <i>M. bryantii</i>                    | <i>M. omelianski</i>     | 桿菌       | H <sub>2</sub>                     | 38           | 7.0     |
| <i>M. thermoautotrophicum</i>         | 下水汚泥消化槽, 牛ふんメタン醗酵槽       | 桿菌       | H <sub>2</sub>                     | 65~70        | 7.2~7.6 |
| <i>M. wolfei</i>                      | 下水汚泥, 河底堆積物              | 桿菌       | H <sub>2</sub>                     | 55~65        | 7.0~7.5 |
| <i>M. thermoaggregans</i>             | 牛放牧場の泥                   | 桿菌       | H <sub>2</sub>                     | 65           | 7.0~7.5 |
| <i>M. thermoalcaliphilum</i>          | 牛ふんメタン醗酵槽                | 桿菌       | H <sub>2</sub>                     | 60           | 7.5~8.5 |
| <i>Methanobrevibacter ruminantium</i> | 下水汚泥消化槽, ルーメン, 人間の消化器官   | 桿菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 38           | 7.2     |
| <i>M. smithii</i>                     | 人糞                       | 桿菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 38           | 6.9~7.4 |
| <i>M. arboriphilus</i>                | ウェットウッド                  | 桿菌       | H <sub>2</sub>                     | 30~37        | 7.5~8.0 |
| <i>Methanosphaera stadtmaniae</i>     | 人糞                       | 球菌       | H <sub>2</sub> +メタノール              | 36~40        | 6.5~6.9 |
| 科: <i>Methanothermaceae</i>           |                          |          |                                    |              |         |
| <i>Methanothermus fervidus</i>        | 温泉                       | 桿菌       | H <sub>2</sub>                     | 83           | 6.5     |
| 目: <i>Methanococcales</i>             |                          |          |                                    |              |         |
| 科: <i>Methanococcaceae</i>            |                          |          |                                    |              |         |
| <i>Methanococcus vannielii</i>        | 海の黒色泥土                   | 球菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 36~40        | 7.0~9.0 |
| <i>M. voltae</i>                      | 河口の堆積物                   | 球菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 38           | 6.7~7.4 |
| <i>M. maripaludis</i>                 | 塩沢の堆積物                   | 球菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 38           | 6.8~7.2 |
| <i>M. deltae</i>                      | 海底堆積物                    | 球菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 37           | 不明      |
| <i>M. thermolithotrophicus</i>        | 地熱のある海底堆積物               | 球菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 65           | 6.5~7.5 |
| <i>M. jannaschii</i>                  | 海底の熱水噴出口                 | 球菌       | H <sub>2</sub>                     | 85           | 6.0     |
| 目: <i>Methanomicrobiales</i>          |                          |          |                                    |              |         |
| 科: <i>Methanomicrobiceae</i>          |                          |          |                                    |              |         |
| <i>Methanomicrobium mobile</i>        | ルーメン                     | 桿菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 40           | 6.1~6.9 |
| <i>M. paynteri</i>                    | 海底堆積物                    | 桿菌       | H <sub>2</sub>                     | 40           | 6.5~7.0 |
| <i>Methanogenium cariaci</i>          | 海底堆積物                    | 球菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 20~25        | 6.8~7.3 |
| <i>M. marisnigri</i>                  | 海底堆積物                    | 球菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 20~25        | 6.2~6.6 |
| <i>M. olentangi</i>                   | 海底堆積物                    | 球菌       | H <sub>2</sub>                     | 37           | 不明      |
| <i>M. tatii</i>                       | 硫気口                      | 球菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 40           | 7.0     |
| <i>M. limicola</i>                    | 温泉ボーリングの廃井戸              | 平板状      | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 40           | 7.0     |
| <i>M. thermophilicum</i>              | 原発の排水路の堆積物               | 球菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 55           | 7.0     |
| <i>M. frittonii</i>                   | 湖底堆積物                    | 球菌       | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 57           | 7.0~7.5 |
| <i>Methanospirillum hungatei</i>      | 下水汚泥                     | 曲がった桿菌   | H <sub>2</sub> , ぎ酸                | 30~37        | 6.6~7.4 |
| 科: <i>Methanosarcinaceae</i>          |                          |          |                                    |              |         |
| <i>Methanosarcina barkeri</i>         | 泥土, 下水汚泥消化槽              | 球菌, マゲット | H <sub>2</sub> , メタノール, メチルアミン, 酢酸 | 35           | 7.0     |
| <i>M. mazei</i>                       | 庭土, 下水汚泥, 黒色泥土, 草食動物ふん   | 球菌       | H <sub>2</sub> , メタノール, メチルアミン, 酢酸 | 40           | 6.0~7.0 |
| <i>M. thermophila</i>                 | 下水汚泥消化槽                  | 球菌       | H <sub>2</sub> , メタノール, メチルアミン, 酢酸 | 50           | 6.0~7.0 |
| <i>M. acetivolans</i>                 | 海底堆積物                    | 球菌       | メタノール, メチルアミン, 酢酸                  | 40           | 6.5~7.5 |
| <i>Methanococcoides methylutens</i>   | 海底堆積物                    | 球菌       | メタノール, メチルアミン                      | 35           | 7.0~7.5 |
| <i>Methanolobus tindarius</i>         | 海底堆積物                    | 球菌       | メタノール, メチルアミン                      | 25           | 6.5     |
| <i>Methanococcus halophilus</i>       | 海底堆積物                    | 球菌       | メタノール, メチルアミン                      | 26~36        | 6.5~7.4 |
| <i>Halomethanococcus mahi</i>         | 海底堆積物                    | 球菌       | メタノール, メチルアミン                      | 35           | 7.5     |
| <i>Methanotherix soehngenii</i>       | 下水汚泥消化槽                  | 桿菌       | 酢酸                                 | 37           | 7.4~7.8 |
| <i>Methanotherix</i> sp.              | 都市ゴミ消化槽                  | 桿菌       | H <sub>2</sub> , 酢酸                | 60           | 不明      |

\* 文献 3) とその引用文献を中心に, 文献 4~7) を参考にして著者がまとめた.

第2表 各種廃棄物からのメタンガス発生量(中温醱酵)

| 原料      | メタンガス発生量<br>(l/kg 投入有機物) | 文献  |
|---------|--------------------------|-----|
| 牛ふん     | 200~350                  | 11) |
| 豚ふん     | 300~500                  | 11) |
| 鶏ふん     | 300~600                  | 11) |
| むぎわら    | 220                      | 12) |
| トウモロコシ茎 | 300                      | 12) |
| し尿      | 400~500                  | 13) |
| 下水汚泥    | 500~700                  | 13) |
| 都市ごみ    | 500~750                  | 14) |

機物を投入しメタン醱酵するのかという尺度である。発生したメタンガスは純メタン(CH<sub>4</sub>)を60%前後含み、残りの40%近くは二酸化炭素である。発熱量は約6000 kcal/m<sup>3</sup>あり、都市ガスでいえば6A規格のガスと同等の燃料として利用できる。

メタン醱酵法は、スラリーまたは泥状(水分90%以上)の廃棄物から、発熱量の高いガス状の燃料を生産することができる大きな特徴である。また、醱酵残渣は液状肥料として有効利用できる点からきわめて農業的なエネルギー利用である。さらに、後述の熱分解法などに比べ、装置も簡単で比較的安価な方法といえよう。

### 3. 熱分解法

空気が入らない、もしくは少量の空気や水蒸気を送りつつ、高温下(500~900°C)で有機物を分解すると、一酸化炭素やメタンなどを主成分とした可燃性ガスを生産することができる。この方法が適用できる廃棄物は水分の少ない(20%以下)ものに限られ、もみがらや家畜の乾燥ふんなどが利用されている。

第3表に熱分解ガス発生量とその組成を示す。可燃性成分としては一酸化炭素が主成分であることから発熱量はあまり高くなく、毒性にも問題がある。利点としては、物理化学的な変換方法であるために、必要時に必要量に見合ったガス生産ができることである。また、原料となる廃棄物も乾燥状態であるために長時間貯蔵がき

き、必要時にガス生産に仕向けることができる。この点、微生物を利用したメタン醱酵法よりも維持管理や制御が容易である。

### 4. アルコール醱酵法

廃糖蜜など糖質に富んだ廃棄物をアルコール醱酵し燃料用アルコールを生産することができる。ブラジルにおける「ガスホール」などが有名な実用例である。この変換方法には多量のエネルギーを必要とする問題点がある。生デンプンなどを一度グルコースに変換してからアルコール醱酵する場合に生デンプンの蒸煮という前処理が必要となり、蒸煮のためのエネルギー消費量が大きいが、まず一つあげられる。もう一つは、その醱酵液からアルコールを蒸溜するときのエネルギー消費量が大きいためである。この二つのエネルギー消費量の低減、さらにはアルコール生産能の高い微生物の検索が重要なテーマとなる。

生デンプンの蒸煮については、生デンプンを直接に効率よく加水分解する微生物(*Chalara paradoxa*)が発見され、蒸煮エネルギーを節減する可能性が出てきた<sup>18)</sup>。アルコールの蒸溜に関しては、その代替技術として、膜によるアルコールの濃縮が有効な手段として開発されつつある<sup>19)</sup>。このように、わが国が世界に誇る醸造技術に加え、新しい省エネルギー技術の開発によって、この変換方法にも可能性が出てきている。

### 5. 直接燃焼法

もっとも原始的な方法であり、水分の少ないあらゆる廃棄物に適用できるが、固体燃料特有の不便さから利用範囲が限られてくる。固体燃料は、液体やガス燃料にくらべてかさばり、点火しにくく煙や灰を多量に発生する欠点がある。木炭など比較的便利な固体燃料さえもエネルギー源としては最近見捨てられつつある現状がそのことをよく表わしている。わが国の実用例としては、もみがらの燃焼熱利用<sup>20)</sup>や畜産分野における鶏ふんボイラー利用がある<sup>21)</sup>。

第3表 各種廃棄物からの熱分解ガス発生量

| 原料                | ガス発生量<br>(l/kg) | ガス組成(%) |                 |                |                |      | 発熱量<br>(kcal/m <sup>3</sup> ) | 文献  |     |
|-------------------|-----------------|---------|-----------------|----------------|----------------|------|-------------------------------|-----|-----|
|                   |                 | CO      | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | その他  |                               |     |     |
| 豚ふん(水分20%)        | 1050            | 平均的な値   |                 |                |                |      | 1155                          | 15) |     |
| 採卵鶏ふん(水分20%)      | 850             | 27.2    | 6.2             | 9.7            | 48.5           | 8.4  |                               |     | 935 |
| ブロイラーふん(水分20%)    | 900             |         |                 |                |                |      |                               |     | 990 |
| フィードロット牛ふん(水分10%) | 334             | 33.3    | 10.5            | 38.0           | —              | 18.2 | 3382                          | 16) |     |
| もみがら              | 1000            | 20      | 10              | 10             | 50             | 10   | 1000                          | 17) |     |

とくに、鶏ふんボイラーはブロイラー（肉用鶏）経営と密接に結び付いた成功例といえよう。ブロイラーは雛のとき 35°C くらいに加温することによって成長が早まることから、鶏舎の床面を給湯暖房することが広く行われている。一方、鶏ふんは床面で加温乾燥され、舎外に排出するときには水分が 30% 以下になり発熱量も 2000~3000 kcal/kg となっている。したがって、この乾燥鶏ふんを燃料に利用し、給湯暖房を行うことによってブロイラーの成長を早め、また乾燥鶏ふんを生産するというリサイクルが成り立っている。このようにエネルギーの需要と供給が一つの経営内でリンクして効率のよいエネルギー利用が行われている。

### 6. コンポストの醗酵熱利用

コンポスト製造時には大量の醗酵熱が発生し、堆積中心部の温度は 70~80°C に達する。品質のよいコンポストを製造するためにはこの温度上昇が不可欠であり、温度上昇のないようなコンポストづくりでは品質のよいものは望めない。近年有機物の施用が重要視されてくるなかで、コンポスト作りはますます盛んになってきており、ことさら品質のよいコンポストが必要とされている<sup>22)</sup>。したがって、コンポストを製造するときの醗酵熱を回収すれば相当な量のエネルギーが有効利用できることになる。

本稿で言及している他の変換方法が燃料生産方法であるのに対し、このコンポストの醗酵熱利用は熱の回収、それも 60°C ぐらいの低温熱の回収という点に特徴がある。もっとも農業用エネルギー利用の一つである各種施設の保温・加温にはこの程度の低温熱で十分な場合が多い。このことから、熱回収が効率よくいけば非常に有効な方法だが、現在のところ試験段階に止まっているケースが多い。熱回収の方法としては、コンポストのなかに通したパイプに水を循環させて水に熱を回収させる方法や、コンポストで加温された空気を吸引して熱を回収する方法などが試みられている<sup>23)</sup>。

### 7. おわりに

二度に及ぶ石油危機を乗り切り、今はエネルギー事情もそれほど緊迫していないかのように思われている。しかし、日本のエネルギーの 83% は海外に依存している。農業用のエネルギーは全エネルギー消費量の 2.6% にしかあたらないものの、中味をみれば 96% は石油エネルギーであり石油なしの農業は現在のところ考えられない。その石油は 100% 近くを輸入に頼っており、もしも石油の輸入が止まれば食料生産も止まるといっても過言

ではあるまい。一方、農業は農業廃棄物をはじめ多くの未利用資源や多種多様な自然エネルギー資源に囲まれている<sup>24)</sup>。石油代替エネルギー資源として利用できるものは積極的に利用していくことが必要であるし、それができるもっとも有利な位置にあるのが農業といえよう。そして「土壌」がバイオマス生産の場として、また最終還元の場として重要な役割を演じている。冒頭で述べたような、再生可能資源という特徴も土壌の力によるところが大きい。

### 文 献

- 1) 農林水産技術情報協会：メタンガス利用の新技术，p. 1~127，農林水産技術情報協会，東京（1980）
- 2) 羽賀清典：家畜・家禽排泄物のメタン醗酵，日畜会報，**53**，235~250（1982）
- 3) JONES, W.J., NAGLE, D.P., Jr. and WHITMAN, W.B.: Methanogens and Diversity of Archaeobacteria. *Microbiol. Rev.*, **51**, 135~177（1987）
- 4) BRYANT, M.P.: Methane-Producing Bacteria; in *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 8th ed., ed. R.E. BUCHANAN and N.E. GIBBONS, p. 472~477, The Williams and Wilkins, Baltimore, U.S.A. (1974)
- 5) BALCH, W.E., FOX, G.E., MAGRUM, L.J., WOESE, C.R. and WOLFE, R.S.: Methanogen: Reevaluation of a Unique Biological Group. *Microbiol. Rev.*, **43**, 260~296（1979）
- 6) HOFSON, P.N. and SHAW, B.G.: Bacterial Population of Piggery Waste Anaerobic Digesters. *Water Res.*, **8**, 507~516（1974）
- 7) CONVERSE, J.C., GRAVES, R.E. and EVANS, G.W.: Anaerobic Degradation of Dairy Manure under Mesophilic and Thermophilic Temperatures. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, **20**, 336~340（1977）
- 8) 前川孝昭・山沢新吾・吉川誠司・花岡 平：2相式メタン醗酵装置の開発に関する研究（第1報），農業施設，**15**，7~21（1984）
- 9) 本多勝男：家畜ふん尿のメタン醗酵処理技術の発展，用水と廃水，**27**，680~685，909~916（1985）
- 10) 西尾尚道・永井史郎：メタン醗酵の最近の進歩，2. メタン生成菌の増殖特性と高速度メタン化の試み，醗酵工学，**64**，198~200（1986）
- 11) 羽賀清典：家畜ふん尿の再利用—畜産公害から利用への転換，日獣会誌，**35**，377~387（1982）
- 12) LOHR, R.C.: *Pollution Control for Agriculture*, 2nd ed., p. 237, Academic Press, Orlando, Florida（1984）
- 13) 松田 智・久保田宏：メタン醗酵プロセスのエネルギー収支解析，水処理技術，**27**，191~203（1986）
- 14) 緒田原容二・石田昌彦：6. 都市ごみ処理技術の開発，廃棄物のメタン醗酵，地域循環産業研究会編，p. 138~170，サイエンティスト社，東京（1980）
- 15) 横山哲夫：家畜排泄物転換エネルギーとその利用，研究ジャーナル，**5**(4)，19~24（1982）
- 16) ENGLER, C.R., WALAWENDER, W.P. and FAN, L.: *Synthesis Gas from Feedlot Manure—Conceptual*

- Design Study and Economic Analysis. *Environ. Sci. Technol.*, **9**, 1152~1157 (1975)
- 17) 伴 敏三・鷹尾宏之進・久保田興太郎：加熱ガス化式熱エネルギー発生装置及び利用装置，農林水産省大型別枠研究 バイオマス変換計画昭和57年度委託事業報告書，p. 15~32，農業機械化研究所（1983）
- 18) KAINUMA, K., ISHIGAMI, H. and KOAYASHI, S.: Isolation of a Novel Raw Starch Digesting Amylase from a Strain of Black Molds—*Chalara paradoxa*. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, **32**, 136~141 (1985)
- 19) 田村正平：アルコール性水溶液からのアルコールの選択的分離技術の開発及び多孔性膜の性質向上，生物資源の効率的利用技術の開発に関する総合研究（バイオマス変換計画）昭和57年度研究報告，p. 288~289，農林水産技術会議事務局（1983）
- 20) 清水 浩・岩崎義美・倉田 勇・山下律也：第3章 もみから，施設農業への新エネルギー利用〔地熱・バイオマス・産業廃熱〕編，養原善和他編，p.487~540，フジテクノシステム，東京（1980）
- 21) 吉田修作：鶏糞ボイラーの利用と実際，*養鶏の友*，**229**，13~19（1981）
- 22) 原田靖生：家畜ふん堆肥の腐熟度についての考え方，畜産の研究，**37**，1079~1086（1983）
- 23) 山口和光：豚糞醗酵熱による豚舎床面保温，*養豚の友*，**161**，12~17（1982）
- 24) 浅井昭三：地域エネルギー—農村の知恵，*研究ジャーナル*，**10**(9)，55~56（1987）

## 編集委員会だより

会誌編集委員長 和田 秀徳

1987年12月23日に行われた，第5回編集委員会の議事録は以下のとおりです。

1. 総説，解説，資料について
  - ① 順調に経緯しているとの報告があった。
  - ② 資料として掲載予定であった Dr. Bremner の講演の翻訳については取りやめることになった。
2. 任期満了の常任編集委員に替る次期常任編集委員の候補者が報告された。
 

|       |   |      |
|-------|---|------|
| 金 沢   | → | 松口龍彦 |
| 河 内   | → | 伊藤 治 |
| 西 沢   | → | 久保井徹 |
| 小 菅   | → | 駒村研三 |
| 高 松   | → | 山崎慎一 |
| 竹 迫   | → | 和地 清 |
| 渡辺(実) | → | 松村昭治 |

3. 会誌執筆規定について
 

新しい執筆規定は63年2号に掲載される予定。  
改定日は62年12月23日，ただし施行は第2号発行以降とする。
4. 次年度会誌発行について
 

報文の消化を最優先としてきた結果，掲載待ち論文の滞りが減っている。従来見送っていた講座，資料等の充実も徐々にはかることとなった。
5. 会誌発行の遅延について
 

会誌発行の遅延については学会誌刊行センターとの製作費等に関する覚書に違約金の項を附加することになったとの報告がなされた。発行日より7日以内の遅延の場合は，1日につき製作費，手数料等の3/1000，7日以上の場合は5/1000の違約金の支払いを求める。