

脂肪酸エステルへの要求と分子設計

Demand for fatty acid esters, and molecular design

築野食品工業（正）*山本 弥 （非）坂井 貴紘 （非）福 和真

Yamamoto Hisashi*, Takahiro Sakai, Kazuma Fuku

*Tsuno Food Industrial Co., Ltd.

1. はじめに

脱炭素社会の実現や SDGs への取り組みなど、環境への意識は非常に高まってきており、国や会社単位だけでなく、2020 年 7 月にレジ袋が有料化されるなどもあり個人の意識、行動のところまで広がりを見せている。環境保全については、すべての分野で理解や関心が高まっており、潤滑油、加工油分野においても例外ではない。

潤滑油、加工油市場において、化石燃料由来の鉱油が多く使用されているが、合成油の一つとして脂肪酸エステルも使用されている。鉱油や他の合成油とは異なる特徴を持っており、分子設計の自由度は無限にある。市場要求は、高引火点、低流動点、適切な動粘度などの物性から、バイオマス度、生分解性、皮膚感作性、低臭気などの環境や作業負荷低減についても大きなポイントとなっている。

これらの要求を満たすために分子設計技術が必要不可欠となる。用途や使用環境によって要求事項は多種多様であるが、脂肪酸エステルの流動点と耐熱性について検証した。

2. エステル油と流動点

一般的な脂肪酸エステルの構造と物性の相関を Table1 に示す。流動点は、分岐構造が増加すれば低くなる傾向がある。ただし、引火点が低くなる、粘度指数が下がる、などの事も起こり、求められる性能について、全てのバランスを最適化することが必要となる。

Table 1 Molecular structure and Physical property of Fatty acid ester

	Viscosity	Viscosity index	Pour point	Flash point
Length of fatty acids +	↑	↑	↑	↑
Branched chain +	↑	↓	↓	↓

自動流動点・曇り点試験器（mpc-6、田中科学機器製作株式会社）を用いて、各試料を JIS K 2269 に準拠して流動点を測定した。試料は Table 2 に示す。Ester A と Ester B を混合し、流動点を測定した結果が Figure 1 である。それぞれ単独で比較すると、Table 1 の通り鎖長が長いと流動点が高くなっている事がわかる。これらを混合して流動点を測定すると、流動点の高い Ester B の影響をやや受けながらもおおそ直線が得られた。

次に、Ester C と Ester D を混合し、流動点を測定した結果が Figure 2 である。

Table 2 Sample oils

	Structure	Pour point, °C
Ester A	Butyl Laurate	-15
Ester B	Butyl Stearate	25
Ester C	Polyol Ester	-22.5
Ester D	Polyol Ester	-25.0

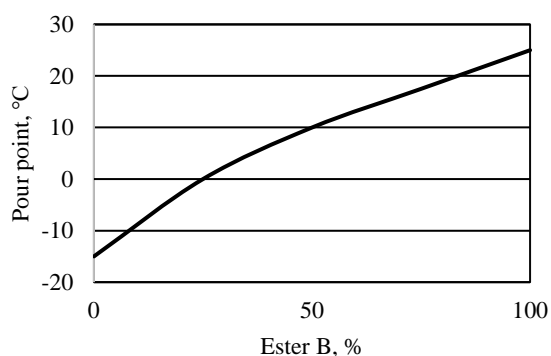


Fig. 1 Pour point (Ester A and Ester B)

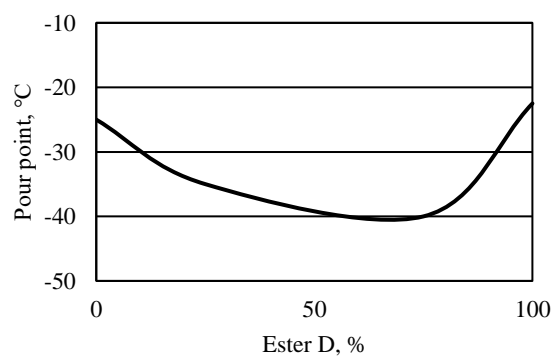


Fig. 2 Pour point (Ester C and Ester D)

モノエステルではおおそ直線が得られたが、ポリオールエステルのような複雑な構造になってくると直線が得られない事が分かった。そればかりか、2つのエステルを混合することで混合前のエステルの流動点より下がる事も判明した。ポリオールエステルのような嵩高い分子構造になると、Table 1 で示したような相関関係はあまり得られない事はわかっていて、そのようなエステルを2種類以上混合することでお互いが絡み合うなどして、綺麗に配列できなくなり結晶性が損なわれ、流動点が更に下がったと推察できる。これは分子設計において更なる可能性を示すとともに、より複雑な考察が必要であることが示された。

3. エステル油と耐熱性

脂肪酸エステルが基油として使用される場合は、高温条件下や長期間使用などが想定されることがある。この場合、基油の耐熱性もしくは酸化安定性などといった性能が要求される。試験方法は、想定温度や接触する金属なども考慮して行う事もある。通常、ヒンダードエステルと呼ばれる β -C-Hのない構造が耐熱性を求められる分野では使用されている。

耐熱性の測定は、10ml ビーカーに試料を2g 入れ、220℃の恒温槽に静置、24 時間毎に試料の蒸発量を計量し求めた。蒸発量が少なければ、耐熱性が良いと判断し、96 時間まで試験した。試料は、Table 3 に示す。Ester E と F はヒンダードエステルであり、それぞれ異なる脂肪酸、ポリオールを使用している。Ester G は今回我々が着目した特殊構造を持ったサンプルであり、ここから着想を得てバイオマス由来原料だけを使用したサンプルが Ester H である。

Table 3 Sample oils

	Structure	Kinematic Viscosity (100°C), mm ² /s
Ester E	Hindered ester (Fatty acid, C7-C12)	14.7
Ester F	Hindered ester (Fatty acid, C16-C18)	14.8
Ester G	Special structure	13.8
Ester H	Special structure (Biomass)	14.2

試験結果を Figure 3

に示す。24 時間から 96

時間の全ての結果で特殊構造を持った Ester G と H の蒸発量が少なく、ヒンダードエステルよりも耐熱性が良いことが示された。また、Ester E と F は試験開始から 24 時間で一番傾きが大きく、試験時間と共に徐々に小さくなっていることがわかる。これは、試料が徐々に増粘し一部ポリマー化し見かけの蒸発量が少なくなっていると予想される。実際に、耐熱性の悪いサンプルでは、96 時間持たずに固化してしまうこともある。対して、Ester G と H ではこのような現象は見られないことから、熱によるポリマー化もほとんど進んでいない事がわかる。

耐熱性に関して、ヒンダードエステルだけではなく、他の構造でも可能性があることが示唆され、さらに分子設計の幅が広がる結果となった。

また、バイオマス由来原料でも十分な性能を得られており、次世代のエステル油の可能性が見いだされた。

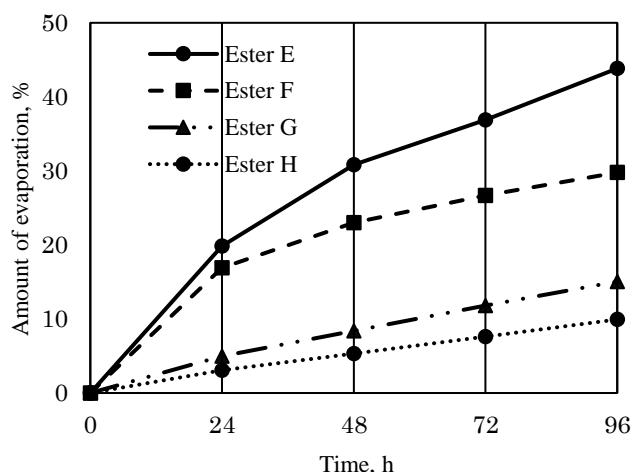


Fig. 3 Amount of evaporation (Ester oils)

4. まとめ

脂肪酸エステルは、脂肪酸とアルコールの組み合わせで無数に合成が可能であり、所望の物性を追い求める事ができる。流動点や耐熱性だけの結果ではあるが、本実験によってモノエステルなどの単純な系ではある程度物性が予想できるが、ポリオールエステルなどの複雑な系になると想定通りにはいかないことが示された。今回お示した流動点や耐熱性の結果について、現象の解明や理解まで追求できていないので、今後この辺りのデータを取ることで更に分子設計技術の進歩に繋がると考えられる。

また市場要求は、省エネや安全性などから低粘度、高引火点などがよく求められるが、そのような物性面だけでなく、環境面などの意識も年々大きくなっている。この流れは更に進むと思われ、今後はカーボンニュートラルなどを意識した設計が必須となると思われる。

文献

- 1) 山本：脂肪酸エステルの特長と潤滑油や金属加工油への展開，潤滑経済，31，2(2021) 671.