引用文献

- 1) Billet, R., Nagel, O.: *Chem. Ing. Tech.*, **36**, 1259 (1964)
- 2) Billet, R., Raichle, L.: *Chem. Eng.*, **14**, 145 (1967)
- 3) Burrows, G.: "Molecular Distillation" Oxford Univ. Press (1960)
- 4) Carter, A. L., Kraybill, R. R.: *Chem. Eng. Progr.*, **62**, 99 (1966)
- 5) Dukler, A. E.: *Chem. Eng. Progr. Symp. Series*, **30**, 1 (1960)
- 6) Eckert, J. S.: *Chem. Eng. Progr.*, **57**, 54 (1961)
- 7) Eichel, F. G.: *Chem. Eng.*, **13**, No. 19, 197 (1966)
- 8) Fisher, R.: *Chem. Eng.*, **72**, No. 17, 186 (1965)
- 9) Grohse, E. W., Stark, J.: *Chem. Eng. Progr.*, **59**, 72 (1963)
- 10) 橋本: "真空工学ハンドブック" p. 452. 朝倉書店 (1966)
- 11) 橋本: "化学機械技術" **10**, 181, 丸善 (1967)
- 12) Harris, L. J., Roper, G. H.: *Can. J. of Chem. Eng.*, **40**, 245 (1962)
- 13) Heideger, W. J., Boudart M.: *Chem. Eng. Sci.*, **17**, 1 (1962)
- 14) Hickman, K. C., D.: 7th Natl. Vac. Symp. Am. Vac. Soc., 383 (1960)
- 15) 久富, 増田: ケミカルエンジニアリング, **10**, 448 (1967)
- 16) Huml, M., Standart, G.: *Brit. Chem. Eng.*, **11**, 1370 (1966)
- 17) 伊藤: ケミカルエンジニアリング, **8**, 346 (1965)
- 18) 河村: "化学機械技術", **10**, 155, 丸善 (1967)
- 19) 河村: "真空工学ハンドブック", p. 255. 朝倉書店 (1966)
- 20) Lohwater, R. K.: *Vacuum*, **17**, 1 (1967)
- 21) Lustenader, E. L., Righter, R., Neugebauer, F. J.: *J. Heat Transfer*, **1959**, No. 11, 297
- 22) Madden, A. J., Halfen, F. J.: *Am. Inst. Chem. Eng. J.*, **7**, 160 (1961)
- 23) Malafeev, N. A., Malyumov, V. A., Uminik, N. N., Podgornaya, I. V.: *Khim. i Neft. Mashino.*, **7**, 4 (1965)
- 24) 松宮: ケミカルエンジニアリング, **8**, 317 (1965)
- 25) 宗像, 永末, 戸井: 化学工学, **30**, 622 (1966)
- 26) Mutzenberg, A. B.: *Chem. Eng.*, **72**, No. 17, 175 (1965)
- 27) 中川: 化学機械技術, **10**, 182, 丸善 (1967)
- 28) 中川: "真空蒸留", 日刊工業新聞社 (1964)
- 29) 中川, 角田: 真空, **7**, 23 (1964)
- 30) Neumann, F.: *Chem. Ing. Tech.*, **33**, 485 (1961)
- 31) 恩田, 竹内: ケミカルエンジニアリング, **8**, 305 (1965)
- 32) Othmer, D. F., Beattie, R. D.: *Ind. Eng. Chem.*, **53**, 799 (1961)
- 33) Parker, N.: *Chem. Eng.*, **72**, No. 17, 179 (1965)
- 34) Pirani, M., Yarwood, J.: "Principles of Vacuum Engineering", Reinhold Pub. Corp. (1961)
- 35) Raichle, L., Billet, R.: *Chem. Ing. Tech.*, **37**, 669 (1965); *Ind. Eng. Chem.*, **57**, 52 (1965)
- 36) Ridgeway-Watt, P.: "Molecular Still", Chapman and Hall (1963)
- 37) Rylek, M., Standart, G.: *Internatl. Chem. Eng.*, **4**, 711 (1964)
- 38) Sherwood, T. K., Johannes, C.: *Am. Inst. Chem. Eng. J.*, **8**, 590 (1962)
- 39) Schniffers, A.: *Chem. Ztg.*, **86**, 189 (1962)
- 40) Sperandio, A., Richard, M., Huber, M.: *Chem. Ing. Tech.*, **37**, 322 (1965)
- 41) 藤原: ケミカルエンジニアリング, **8**, 326 (1965)
- 42) Tailby, S. R., Portalsky, S.: *Trans. Inst. Chem. Engrs.*, **38**, 324 (1960)
- 43) 高橋: ケミカルエンジニアリング, **9**, 246 (1966)
- 44) 高橋: "真空工学ハンドブック" p. 477. 朝倉書店 (1966)
- 45) 上羽: 化学工学, **24**, 214 (1960); **27**, 540 (1963)
- 46) 上羽: 化学工場, **8**, No. 10, 25 (1962)
- 47) 上羽: "真空工学ハンドブック", p. 21. 朝倉書店 (1966)
- 48) Whitt, F. R.: *Brit. Chem. Eng.*, **11**, 1523 (1966)
- 49) 吉田, 関口, 原田: ケミカルエンジニアリング, **8**, 952, (1966)

XXIV-6. ソ 連 に お け る 蒸 留 研 究*

内 山 久**

本誌の蒸留レビューの特集号⁴³⁾で筆者らが紹介した以後のソ連における蒸留に関する研究の報文は手許の数種の雑誌中だけでも百数十篇におよぶほどの多量のものであるので、その中で特に興味を感ぜられた報文のみを抜粋してここに紹介し、ソ連における蒸留研究の特長と趨勢を推察していただくことにした。

1. 蒸留における物質移動の研究

精留効果に及ぼす圧力の影響の研究については Zel'venskii らによって一連の研究がなされている。かれらは⁴⁴⁾ ガラス製のスパイラル (3.8×0.7mm) をつめた塔径²⁴mm 高さ 630mm の充填塔を用いて精留の効果

と圧力の関係を調べた。高さによる組成の変化の影響を少なくさせるために Dichloroethane (0.07 wt %) + Benzene 系と Chlorobenzene (0.1 wt %) + Ethylbenzene 系の稀薄溶液を用い、組成分析を正確ならしめるためにトレーサーとして Cl³⁶を用いている。H. E. T. P. と H. T. U. は蒸気の流量 G が一定の場合は圧力 P [mmHg] が減少するにつれて増大し、 P が同じ場合は G が大きいほど大きいことが明らかにされた。また缶部と塔頂の流量の比 A_E/A_B で表わされる分離度の最高値は $P=140 \sim 160$ mmHg の間に存在する。かれらは次の実験式を得ている。

$$n_T/H = K_3(\Delta P/H)^{-0.14} \quad (Re_0/Re_0^* < 0.6)$$

ここで、 n_T : 理論段数、 H : 充填層の高さ、 $K_3=41$ ($P>170$ mmHg), $K_3=40$ ($P=170$ mmHg), $K_3=35.6$ ($P=100$ mmHg), ΔP : 灌液の場合の圧降下。 Re_0^* : 限

* 昭和42年11月2日 受理

** Hisashi Uchiyama 静岡大学 工学部

界蒸気速度におけるレイノルズ数

$$k_g a \cdot d_c^2 / D_g = 1.98 \times 10^{-4} \cdot P^{0.22} Re_g^{0.38} (\nu_g / D_g)^{2/3} (1+f)$$

$f = (\Delta P - \Delta P_c) / \Delta P_c$, ΔP_c : 乾燥充填層の圧降下。

かれら⁶⁰⁾ はまた物質移動速度が液相によって支配される場合は圧の低下につれて H. T. U. が増大し、気相によって支配される場合には圧の変化による H. T. U. の変化は少ないことを確かめている。

ソ連では二成分系精留の場合の棚上における $k_g a$ と $k_L a$ を次式を利用して、 K_{OLA} と $1/m$ を点綴して得られる直線の傾斜と切片より求めているが、Chekalov¹⁶⁾ および Bogoslovskii ら^{14,15)} は三成分系（メタノール～エタノール～水）および四成分系（メタノール～プロパノール～水）についてもこの方法が適用されるの確かめている。

$$1/K_{OLA} = 1/k_L a \cdot m + 1/k_g a$$

多成分系の場合は低沸点分と他の高沸点混合物の偽二成分系とみなして取り扱い、 m は棚上の気相と液相の平均推進力の比 dy_{cp}/dx_{cp} としてもとめる。

Ivanov ら²⁷⁾ もこの方法によって十字流多孔板棚上における $k_g a$ と $k_L a$ を求め、その計算式を導き出している。

Solomakha⁵³⁾ は二つの系の吸収実験とエタノール～水系など五つの系の精留実験結果に基づいてもれ棚（溢流部のない多孔板棚と格子棚）上における $k_g a$ を求める次式を得ている。

$$k_g a / w_x = 1.13 Re_g^{-0.25} We^{-0.38} Sc_g^{-0.5}$$

ここで、 w_x : 蒸気的空塔速度。無次元群中の代表的な長さとしては棚上の液の静水位 h_{cr} をとっている。

Noskov⁴⁰⁾ は十字流多孔板棚上における精留の場合の $k_g a$ を求める次式を出している。

$$G/k_g a \cdot F = 0.96 (Fr \cdot \gamma_L / \gamma_g)^{0.13} Sc_g^{0.84}$$

ここで、 G : 蒸気流量 $[\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}]$, F : 棚の断面積 $[\text{m}^2]$, γ_g, γ_L : 蒸気と液の比重 $[\text{kg}/\text{m}^3]$, $Fr = w_g^2 / gh$, h : 溢流堰の高さ $[\text{m}]$, w_g : 蒸気的空塔速度 $[\text{m}/\text{s}]$, $Sc_g = D_g / \nu_g$, Kuz'min ら³⁴⁾ は垂直管中で蒸気相を 6.5～30 m/s の高速で吹き上げた場合の膜精留過程における物質移動の研究を行ない次の無次元群式を得ている。

$$k_g d / D_g = 0.0086 Re_g Sc_g^{0.5}$$

$$k_L d / D_L = 1.88 Re_L Sc_L^{0.75} (l/d)^{-0.75}$$

ここで、 d : 管内径、 l : 管の高さ。

かれら³⁴⁾ はこの場合の H. T. U. (h_{og}) の計算式も与えている。

$$h_{og} = 29.0 d \cdot Sc_g^{0.4} + 0.53 \cdot G/L \cdot d \left(\frac{l}{d} \right)^{0.75} Sc_L^{0.26}$$

かれら³⁷⁾ は C_6H_6 — C_6H_{14} 系について垂直管を 3 本上下に連結した場合についても研究し、この場合単位容積当りの製品収量が向流の場合よりも著しく大きく、多塔

を上下につないだ場合の計算は、単塔における計算式を用いて行いうることを明らかにしている。

Danil'chev²²⁾ は十字流多孔板棚上の液の流れの方向の混合を考慮した場合の棚の単位断面積当りの物質移動係数 k_{LFA} を求める実験式を得ている。

Konstantinov^{29,30)} は二成分系における物質移動の研究のデータを用いて計算しうる多成分系精留の場合の物質移動の微分方程式とその近似計算式を提出している。そして電子計算機による微分方程式の解と近似式による計算値を比較して工業的には十分許用される誤差範囲で近似式を用いて計算して差支えないことを明らかにしている。このことは三成分系と四成分系の実験において確かめられた。

Belenov ら¹⁰⁾ は境界条件を考慮しての二成分系精留過程における推進力の計算法と平衡曲線の傾斜に依存しないところの物質移動係数の計算法を提出し、さらに各境膜物質移動係数への分離法を述べている。これらの方法の正当性を実験データによって確かめている。

Vugdorov⁵⁷⁾ は不可送過程の熱力学の理念を用いて精留過程の計算式を導き出している。この式の中では推進力は分離される混合物の各成分の両相における化学ポテンシャルの差として表わされており、平衡曲線の形に依存しないところの熱力学エネルギー伝達係数 $K_s (\text{J}/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{J}/\text{kg})$ と $K_{se} (\text{J}/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{J}/\text{m}^3)$ が用いられている。【比揮発度の小さい理想混合物を分離する場合と留出物を取出不さい精留塔作業の場合は、 K_{se} は通常物質移動過程の式で表わされる物質移動係数 $K_D [\text{m}/\text{s}]$ とその値が一致する。

2. 精留過程における計算法

Belugin ら¹¹⁻¹³⁾ は多成分系精留の場合に多成分系平衡を偽二成分系平衡図で表わすことによって精留塔の高さに沿っての気相と液相の組成の変化を図解法で求める方法について述べている。

Serafimov ら⁴⁹⁾ は一部のみが溶解しあう二成分系混合物の蒸留の場合の理論段数の計算法について述べている。

Popov ら⁴⁴⁾ は二成分および多成分混合物の精留の場合に最適経済過程を逐行させるために選ぶべき次のような還流比の計算式を与え、その計算例も示している。

$$\sigma_0 = \frac{R_0}{R_{\min}} = 0.75 + \sqrt{\frac{C_0(R_{\min} + 1)}{R_{\min}^2(n_{\min} + \psi)}}$$

$R_{\min}$: 最小還流比, $n_{\min}$: 最小有理棚数, R_0 : 最適還流比, $\psi = A_2/A_1$, $C_0 = (R - R_{\min})(n - n_{\min})$, n : 理論棚数, $R = 1.5 R_{\min} (\sigma = 1.5)$ にとり、 n はこの場合の値をとる。 A_1, A_2 : 装置の指数と精留の場合の技術経済

的指数を考慮した係数。

Molokanov³⁰⁾ は気液が十字流をなす棚段塔による精留の場合に、棚上の液の流れの方向が一定の場合と異なっている場合のおおのにつき、さらに蒸気の混合度が種々様々に異なった場合の実際の所要段数と、塔の高さに沿っての蒸気と液の濃度分布の図解法について述べている。

Chekhov ら¹⁷⁾ は棚の上の液の混合を考慮しない場合の平衡線と操作線と kinetic line (これについては本誌⁶³⁾ で紹介済み) を利用して、棚上における液の混合特性を考慮した場合の気相と液相の組成の求め方について述べ、この方法による実際の所要段数の計算法を示している。

Planovskii ら⁴²⁾ も液の混合状態を考慮した場合の kinetic line を使用する方法による棚の実際の所要段数の計算を行ない、液の混合を考慮しない場合は 18 段であるのに対し混合状態を考慮した場合は 14 段ですむことを示している。

Platonov ら⁴³⁾ は流れが混合した場合の濃度の変化と温度降下に結びついたエントロピーの変化の和が最小になるという熱力学的条件を基にして、最適原料供給温度と供給段を決定する方法について研究し、 H_2 と C_4 までの炭化水素系の精留についてその例を示している。

Ivanov ら³⁸⁾ は kinetic line を利用して実際の所要段数を求める方法をエンタルピー-気液組成図を用いる Ponchon-Savarit の図解法に適用し、その場合の kinetic line の書き方について述べ、実際の所要段数の求め方を説明している。

Abdullaev ら¹⁾ は部分的に溶解しあう物質の混合物の精留の場合のエンタルピー組成線図を利用する所要段数の図式計算法について述べている。

Alekseev³⁾ は成分が部分的に溶解しあう共沸混合物の二塔による分離方式について解析を行ない、エンタルピー組成線図による図計算法について述べている。かれ⁴⁾ はまた単一塔における異相共沸混合物の分離過程に対しても同じ図計算法を行なっている。

Krivenko³¹⁾ は真空中の充填塔における二成分系精留の場合の水力抵抗の計算式、各分離段における圧の計算式、図解法による所要段数の計算法とその計算例を示している。

Aleksandrov²⁾ は液の同伴を伴う場合の棚上の液と棚間の蒸気が完全混合型の棚のみかけの棚効率の計算式を得ている。完全混合型の場合の棚の段数の計算法を見出し、液の同伴を考慮した場合の平均棚効率と最適同伴量の計算式を与えている。

Zyryanov⁶²⁾ は液相において一次可逆反応が伴う場合の精留過程の計算式を導き出している。この研究の中で、化学反応によって複雑にされた精留過程における相の組成は精留過程の速度と成分の化学変化速度の比に依存することが明らかにされている。

3. 実際製品の分離精製の研究

この方面の研究も数多いが特に参考になると思われるものを若干選んでその大要を示す。

Chernyaev ら¹⁸⁾ は溢流部付きの気泡化棚 (格子棚) による真空精留 (蒸留スチルの圧は $1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-3}$ mmHg) によって Zn, Cd, Hg の高純度の製品が得られることを明らかにしている。この場合 10 段の棚塔で圧損は 60 mmHg である。かれら²⁰⁾ はまた水銀の真空精留の場合は気泡化棚のすき間の面積は塔断面積の 10% 以上としなければならないことを確かめている。かれら^{19, 21)} はなお Zn, Te の真空精留の研究を行ない高純度の Zn, Te を得ている。Te 精留の場合の HETP は 7 cm であった²¹⁾。

Sevryugova ら⁵¹⁾ はアクリロニトリルの粗製品の精留による精製の研究を行なっている。第一段の 100~350 mmHg の真空蒸留でアセトニトリルを除去し、第二段の水を加えた共沸蒸留によってアクロレンと青酸を完全に除去している。

Zel'venskii⁵⁹⁾ は減圧した場合の $H_2O-H_2O^{18}$ の蒸留分離の研究を行ない、120 mmHg が最適圧であることを明らかにしている。

Slavinskii ら⁵²⁾ は超精密蒸留と低温晶出法によるエチルベンとキシレンの各異性体の分離法について述べ、そのフローシートを示している。

Efremov ら²⁴⁾ は放射性トレーサー C^{14} を利用して Methylphenyldichlorosilane の精留精製の研究をしている。最高分離度は $P=25 \sim 100$ mmHg の場合に得られ、塔の所要最小容量は $P=200$ mmHg の場合に得られた。

4. 電子計算機による計算法

電子計算機による計算法の研究も数多いがその内容を説明する余裕がないので、特に参考になると思われる文献の所在を示すに止めた。

デジタル計算機による計算法; 文献 6, 7, 8, 9, 22, 25, 26, 32, 33, 35, 36, 39, 41, 45, 46, 47, 48, 50, 54, 55, 56, 61。アナログ計算機による計算法; 文献 5。

文 献

- 1) Abdullaev, R. Kh., et al.: *Izv. VUZ. Nefti i Gaz*, (9), 54 (1966)
- 2) Aleksandrov, I. A.: *Khim. i Tekhnol. Topliv i Masel*, (12), 37 (1966)
- 3) Alekseev, V. P.: *Izv. VUZ. Nefti i Gaz*, (1), 51 (1965)
- 4) Alekseev, V. P.: *ibid.*, (2), 63 (1965)
- 5) Anisimov, I. V. and I. Dorobantsu: *Khim. Prom.*, (6), 453 (1964)
- 6) Anisimov, I. V., et al.: *ibid.*, (10), 776 (1964)
- 7) Anisimov, I. V. and V. B. Pokrovskii: *ibid.*, (8), 596 (1967)
- 8) Aristovich, V. Yu. and A. I. Levin: *ibid.*, (5), 382 (1967)
- 9) Astakhov, V. I. and A. N. Planovskii: *ibid.*, (4), 304 (1967)
- 10) Belenov, E. A. and D. D. Zykov: *Izv. VUZ. Khim. i Khim-tekhrol.*, 7, 661 (1964)
- 11) Belugin, V. F. and A. N. Planovskii: *Khim. i Tekhnol. Topliv i Masel*, (7), 36 (1963)
- 12) Belugin, V. F. and A. N. Planovskii: *ibid.*, (9), 6 (1963)
- 13) Belugin, V. F. and A. N. Planovskii: *ibid.*, (2), 9 (1965)
- 14) Bogoslovskii, V. E. and A. N. Planovskii: *ibid.*, (1), 11 (1963)
- 15) Bogoslovskii, V. E. and A. N. Planovskii: *ibid.*, (4), 11 (1963)
- 16) Chekalov, L. N.: *Khim. Prom.*, (10), 746 (1964)
- 17) Chekhov, O. S. et al.: *ibid.*, (10), 767 (1964)
- 18) Chernyaev, V. N. et al.: *Zh. Prikl. Khim.*, 38, 56 (1963)
- 19) Chernyaev, V. N. et al.: *ibid.*, 37, 2407 (1964)
- 20) Chernyaev, V. N. et al.: *ibid.*, 37, 2557 (1964)
- 21) Chernyaev, V. N. et al.: *ibid.*, 38, 528 (1966)
- 22) Dalin, M. A. et al.: *Khim. Prom.*, (10), 785 (1964)
- 23) Danil'chev, I. A. et al.: *ibid.*, (10), 766 (1965)
- 24) Efremov, A. A. and Ya. D. Zel'venskii: *ibid.*, (3), 201 (1964)
- 25) Geliperin, N. I. and V. L. Pevalk: *ibid.*, (6), 440 (1963)
- 26) Grubov, V. I. et al.: *Izv. VUZ. Nefti i Gaz*, (2), 63 (1967)
- 27) Ivanov, V. A. et al.: *Khim. Prom.*, (5) 385 (1967)
- 28) Ivanov, V. A. and A. N. Planovskii: *ibid.*, (8), 609 (1965)
- 29) Konstantinov, E. N. and A. M. Nikolaev: *Izv. VUZ. Khim. i Khim-tekhrol.*, 7, 492 (1964)
- 30) Konstantinov, E. N. and A. M. Nikolaev: *Izv. VUZ. Nefti i Gaz*, (1), 53 (1964)
- 31) Krivenko, R. A.: *Khim. Prom.*, (12), 913 (1965)
- 32) Krivsunov, V. N. and I. V. Anisimov: *ibid.*, (3), 219 (1963)
- 33) Krivsunov, V. N., et al.: *ibid.*, (8), 617 (1965)
- 34) Kuz'min, N. G. and V. A. Malyusov: *ibid.*, (5), 351 (1964)
- 35) Maikov, V. P. and V. A. Abramov: *ibid.*, (11), 853 (1965)
- 36) Maikov, V. P.: *ibid.*, (10), 772 (1964)
- 37) Malyusov, V. A. et al.: *ibid.*, (6), 458 (1964)
- 38) Molokanov, Yu. K.: *Khim. i Tekhnol. Topliv i Masel*, (8), 42 (1965)
- 39) Molokanov, Yu. K. and B. S. Sverchinskii: *ibid.*, (3), 44 (1966)
- 40) Noskov, A. A.: *Zh. Prikl. Khim.*, 38, 2000 (1963)
- 41) Petlyuk, F. B.: *Khim. Prom.*, (3), 206 (1965)
- 42) Planovskii, A. N., et al.: *ibid.*, (3), 224 (1964)
- 43) Platonov, V. M. et al.: *Khim. i Tekhnol. Topliv i Masel*, (6), 12 (1963)
- 44) Popov, V. V. and L. M. Popova: *ibid.*, (10), 1 (1963)
- 45) Popov, V. V. and B. S. Sverchinskii: *ibid.*, (3), 47 (1963)
- 46) Popov, V. V. et al.: *ibid.*, (10), 39 (1965)
- 47) Popov, V. V. and L. M. Popova: *ibid.*, (11), 40 (1966)
- 48) Rotkov, L. L. et al.: *Khim. Prom.*, (6), 69 (1966)
- 49) Serafimov, L. A. et al.: *Khim. i Tekhnol. Topliv i Masel*, (8), 16 (1963)
- 50) Serafimov, L. A. et al.: *Khim. Prom.*, (1), 42 (1965)
- 51) Sevryugova, N. N. et al.: *ibid.*, (8), 572 (1963)
- 52) Slavinskii, D. M. and A. F. Kavanov: *ibid.*, (10), 735 (1963)
- 53) Solomakha, G. P.: *ibid.*, (10), 749 (1964)
- 54) Suchkov, B. A.: *Khim. i Tekhnol. Topliv i Masel*, (2), 42 (1965)
- 55) Sverchinskii, B. S. and V. V. Popov: *Zh. Prikl. Khim.*, 38, 1524 (1966)
- 56) Sverchinskii, B. S.: *Khim. Prom.*, (8), 601 (1967)
- 57) Vugdorov, A. S.: *Zh. Prikl. Khim.*, 40, 1052 (1967)
- 58) Zel'venskii, Ya. D., et al.: *Khim. Prom.*, (2), 116 (1963)
- 59) Zel'venskii, Ya. D.: *ibid.*, (5), 362 (1965)
- 60) Zel'venskii, Ya. D., et al.: *Khim. i Tekhnol. Topliv i Masel*, (12), 10 (1966)
- 61) Zykov, D. D. et al.: *Khim. Prom.*, (12), 889 (1963)
- 62) Zyryanov, V. V. and V. B. Kogan: *Zh. Prikl. Khim.*, 38, 1070 (1966)
- 63) 広瀬, 内山: 化学工学, 27, (7), 544 (1963)

(レビュー 終り)