

発育電位時間曲線によるチフス菌代謝の研究

第 2 編

各基質における酵素促進剤及び阻害剤の電位に及ぼす影響

岡山大学医学部微生物学教室 (指導: 村上 栄教授)

秋 田 和 男

〔昭和 32 年 9 月 20 日受稿〕

目 次

I. 緒 言	NaF
II. 実験材料及び実験方法	Na ₃ N
III. 実験成績	モノヨード醋酸
1) 促進剤の電位に及ぼす影響	2,4-dinitrophenol
Mg ⁺⁺	
2) 阻害剤の電位に及ぼす影響	IV. 総括及び考按
KCN	V. 結 論

I. 緒 言

前編において各基質における電位をチフス菌を使用して検討したのであるが、本編においては、種々の基質の酵素作用に対する Mg⁺⁺ と各種の酵素阻害剤 KCN, NaF, Na₃N, モノヨード醋酸, 2,4-dinitrophenol (以下 2,4-D.N.P) の電位に及ぼす影響を追求した。

II. 実験材料及び実験方法

実験供試菌は、第 1 編と同様当教室保存の *Sal. typhi* 57 S を用いた。実験の際の菌体処理は前編と同一操作を行つた。

使用基質は、glucose, pyruvate, lactate, acetate, malate, succinate, glutamate, aspartate, alanine を用い、その濃度は各基質の種別により、10⁻²M, 10⁻³M, 10⁻⁴M とし、酸性のものは 1/10 規定苛性ソーダーにて pH の修正を行つた。

促進剤としては MgSO₄ を用い、濃度は 10⁻¹M, 10⁻²M, 10⁻³M, 10⁻⁴M とした。

阻害剤としては、KCN, NaF, Na₃N, 2,4-D.N.P, モノヨード醋酸を使用し、濃度は 10⁻¹M, 10⁻²M, 10⁻³M, 10⁻⁴M とした。

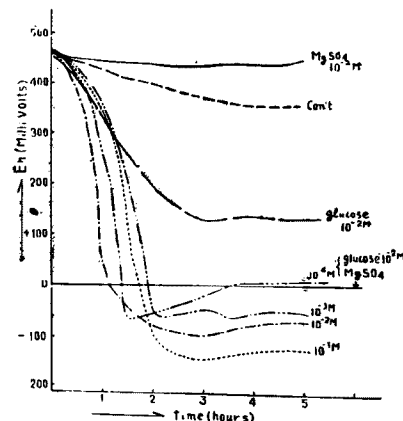
使用せる medium は、第 1 編と同様に種々の塩類加溶液 pH 7.2 (以下 S.S と略称す) と、0.85% NaCl 加 1/50M phosphate buffer pH 7.2 (以下 P.B と略称す) を、容器に 30 cc 入れて実験に供した。

実験装置は、第 1 編に述べたものと同一の装置を使用して測定した。

III. 実験成績

1) 促進剤の電位に及ぼす影響

i) glucose 10⁻²M に MgSO₄ 10⁻¹~10⁻⁴M を加えた場合。

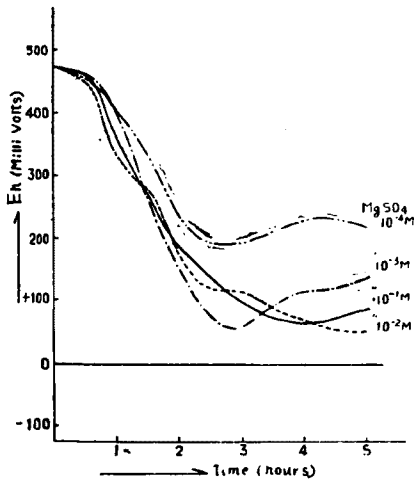


この電位時間曲線をみると $MgSO_4$ を添加しない対照に比し著しく低電位を示し、 $MgSO_4$ の濃度に並行した電位降下を示している。 Mg^{++} による $ATP \rightleftharpoons ADP$ の活潑化も大きな役割を果しているものと考えられる。

ii) pyruvate $10^{-3}M$ に $MgSO_4$ $10^{-1}M \sim 10^{-4}M$ を加えた場合

この場合も同様に $MgSO_4$ を加えない対照に比し著しく低電位を示し、多少の乱れはみられるが、ほぼ $MgSO_4$ の濃度に並行した電位を示した。すなわち対照2時間値+325 mV, 4時間値+100 mVを示すに対し、 $10^{-4}M$, $10^{-3}M$, $10^{-1}M$, $10^{-2}M$ の2時間値は夫々+225 mV, +150 mV, +175 mV, 170 mV, 4時間値は+225 mV, +150 mV, 80 mV, +60 mVを示している(図1)。

図 1. Mg^{++} pyruvate $10^{-3}M$

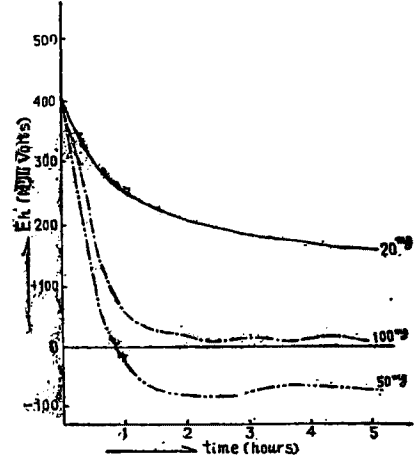


2) 阻害剤の電位に及ぼす影響

S.S に glucose $10^{-2}M$, 菌量 20 mg, 50 mg, 100 mg を加えた場合の電位の推移を見るに、5時間値で 50 mg が最も低い電位を示し -75 mV, 次いで 100 mg の 0 mV, 20 mg の +50 mV の順である。即ち菌量 50 mg を加えた場合の方が 100 mg の場合より菌の活性がやや大きいと考えられる。

そこで最低電位を示した 50 mg 菌量を用いて、各種の阻害剤の影響を検討した(図2)。

図 2. Mg^{++} glucose $10^{-2}M$

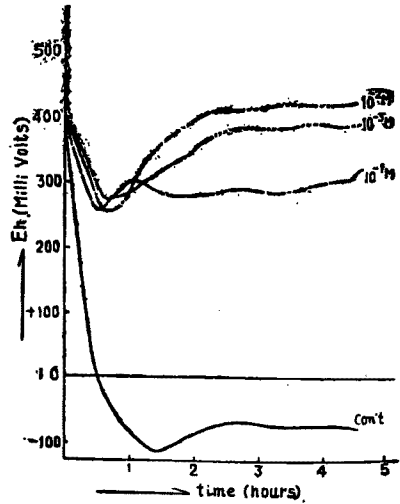


i) 阻害剤として KCN を用いた場合の影響

1) 基質を glucose $10^{-2}M$ にした場合

KCN を $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ を加えたものでは、対照に比し著しく阻害された。即ち4時間後の電位は対照の -75 mV に対し、KCN を $10^{-1}M$ を加えたものは +300 mV, $10^{-3}M$ は +375 mV, $10^{-2}M$ は +400 mV を示している(図3)。

図 3. KCN glucose $10^{-2}M$

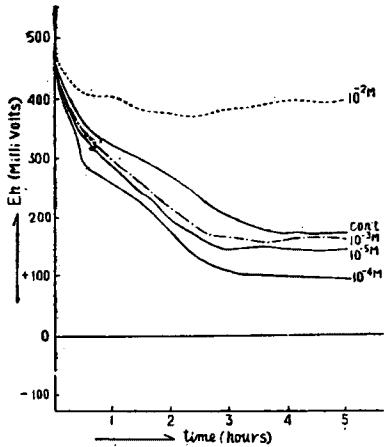


ii) 基質を pyruvate $10^{-3}M$ にした場合

対照は4時間値+170 mVを示すが、KCN $10^{-2}M$ では+400 mVを示し阻害しているが、 $10^{-3}M$ では+165 mVで対照とはほぼ一致し、

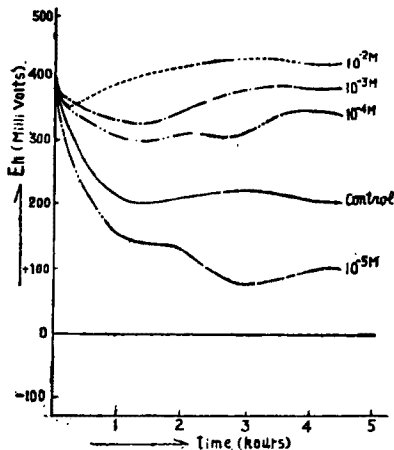
$10^{-5}M$, $10^{-4}M$ では +140 mV, +100 mV で逆に促進している(図4).

図4. KCN pyruvate $10^{-3}M$



ハ) 基質を lactate $10^{-3}M$ にした場合
 対照が4時間値+200 mV の一定値を示す
 に対し, KCN $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では阻
 害作用を示し, 夫々+425 mV, +375 mV,
 +325mVであるが, $10^{-5}M$ では促進作用を示
 し +100 mV に低下した(図5).

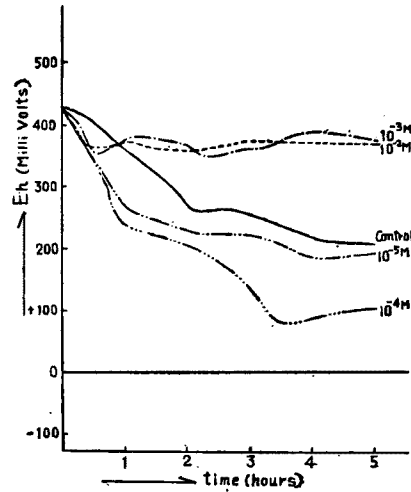
図5. KCN lactate $10^{-3}M$



ニ) 基質を acetate $10^{-3}M$ にした場合
 対照が4時間値+200 mV を示すに対し,
 KCN $10^{-3}M$, $10^{-2}M$ の高濃度では+352 mV
 値を示し阻害効果が見られるが低濃度では
 $10^{-5}M$ で+190 mV, $10^{-4}M$ で+100 mV と逆

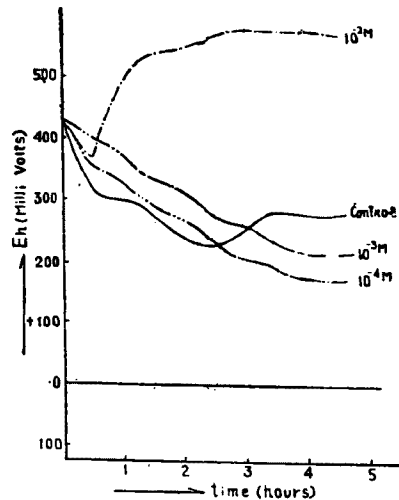
に促進作用を示している(図6).

図6. KCN acetate $10^{-3}M$



ホ) 基質を succinate $10^{-3}M$ にした場合
 対照が4時間値+275 mV であるのに対し,
 KCN $10^{-2}M$ の高濃度で著しく阻害され起始
 電位より遙かに上昇し, 4時間値 +475 mV
 値を示し, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では +225 mV,
 +175 mV と逆に促進している(図7).

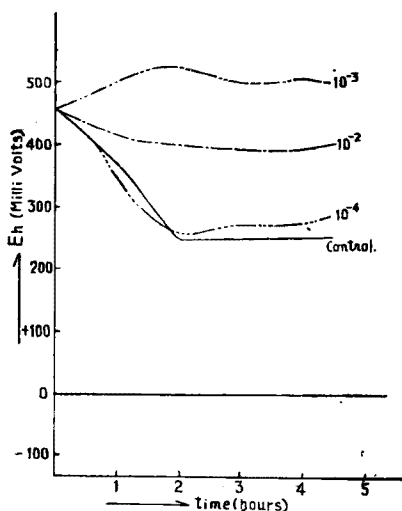
図7. KCN succinate $10^{-3}M$



ヘ) 基質を malate $10^{-3}M$ にした場合
 対照が4時間+250 mV の一定値を示すに
 対し, KCN $10^{-3}M$, $10^{-2}M$ の高濃度では各+
 400 mV, +300 mV で阻害作用を示し, 低
 濃度 $10^{-4}M$ では+190 mV を示し対照と大差

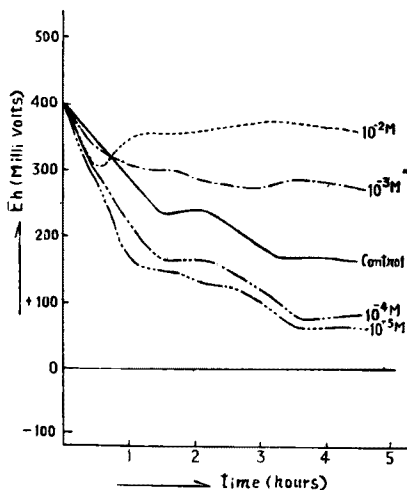
がない(図8),

図 8. KCN malate $10^{-3}M$



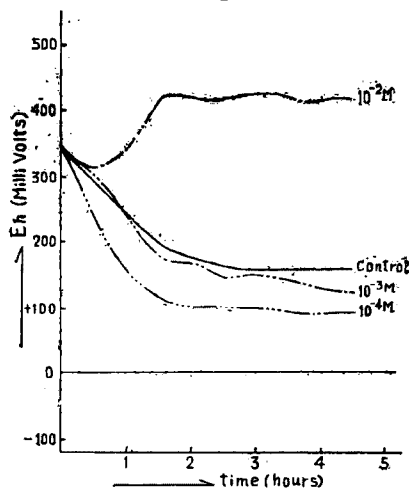
ト) 基質を glutamate $10^{-3}M$ にした場合
 対照は 4 時間値 +170 mV であるが, KCN
 $10^{-2}M$, $10^{-3}M$ では阻害され, 各 +350 mV,
 +275 mV を示し, $10^{-4}M$, $10^{-5}M$ では凡そ
 +75 mV を示し逆に促進している(図9).

図 9. KCN glutamate $10^{-3}M$



チ) 基質を aspartate $10^{-3}M$ にした場合
 対照が 4 時間値 +150 mV を示すに対し,
 KCN $10^{-2}M$ の時は一定値 +425 mV を示しよ
 く阻害し, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では +125 mV,
 +100 mV と逆にやや促進している(図10).

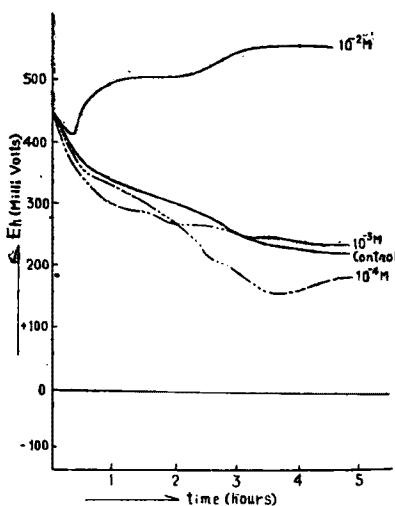
図 10. KCN aspartate $10^{-3}M$



リ) 基質を alanine $10^{-4}M$ にした場合

対照が 4 時間値 +225 mV を示すに対し,
 KCN $10^{-2}M$ では著しく阻害され, 起始電位
 より上昇し +550 mV を示すが, $10^{-3}M$ で
 は +240 mV で多少阻害されて, $10^{-4}M$ では
 +190 mV で多少促進されている(図11).

図 11. KCN alanine $10^{-4}M$

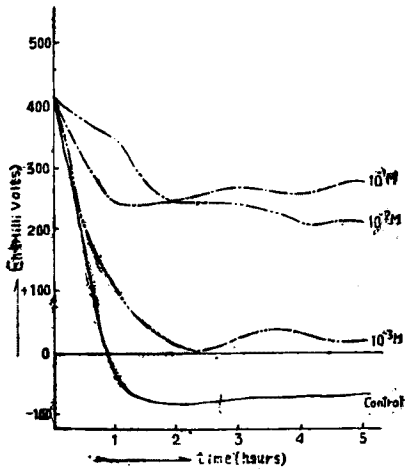


ii) 阻害剤として NaF を用いた場合の影響

イ) 基質を glucose $10^{-2}M$ にした場合
 NaF $10^{-1} \sim 10^{-3}M$ において, 対照は 4 時間
 値 -75 mV 値の一定値を示しているが, NaF

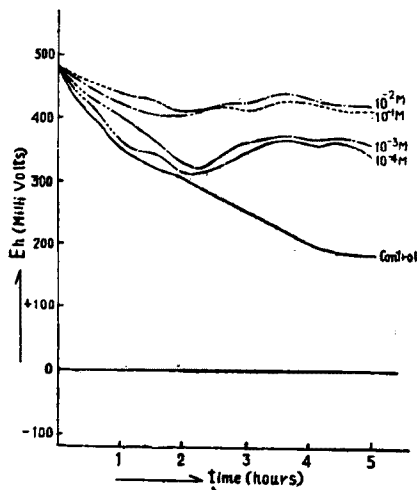
$10^{-1}M$, $10^{-2}M$, $10^{-3}M$ では +275mV, +210 mV, +250 mV とよく阻害効果を示している (図12).

図 12. NaF glucose $10^{-2}M$



ロ) 基質を pyruvate $10^{-3}M$ にした場合 対照4時間値+200 mV 示すが, NaF $10^{-2}M$, $10^{-1}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では, +425 mV, +420 mV, +375 mV, +350 mV であり, 著しい阻害作用を示している (図13).

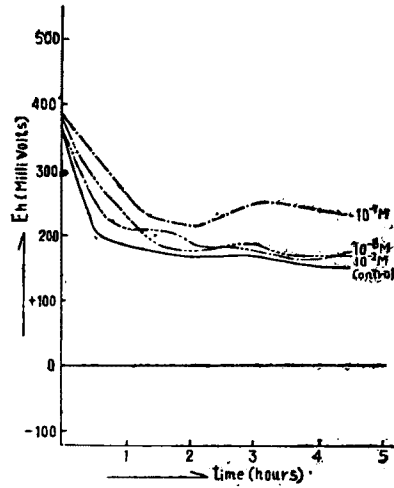
図 13. NaF pyruvate $10^{-3}M$



ハ) 基質を lactate $10^{-3}M$ にした場合 対照が4時間値+150 mV であるに対し, NaF $10^{-1}M$ では+230 mV で多少阻害し, $10^{-3}M$, $10^{-2}M$ では+160 mV で対照と殆んど

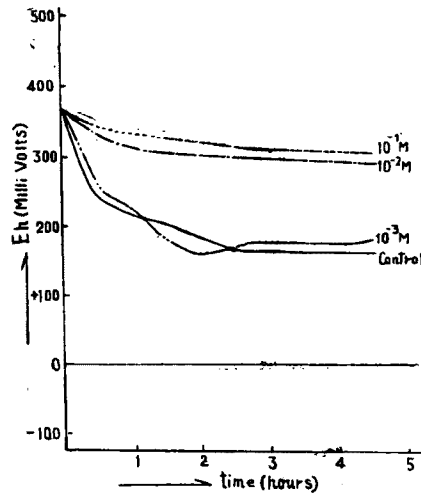
差がない (図14).

図 14. NaF lactate $10^{-3}M$

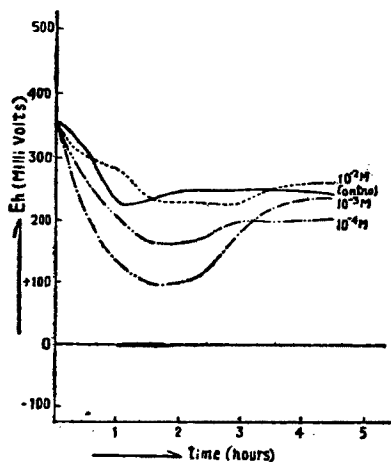


ニ) 基質を acetate $10^{-3}M$ にした場合 対照が4時間値+210 mV の一定値を示すに対し, NaF $10^{-1}M$, $10^{-2}M$ では+350 mV で阻害効果を示し, $10^{-3}M$ では+220 mV の一定値を示し対照と差はない (図15).

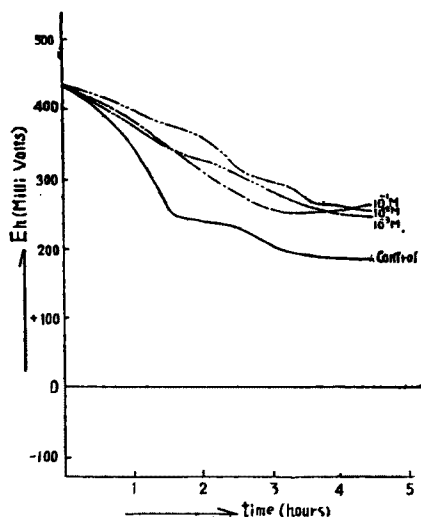
図 15. NaF acetate $10^{-3}M$



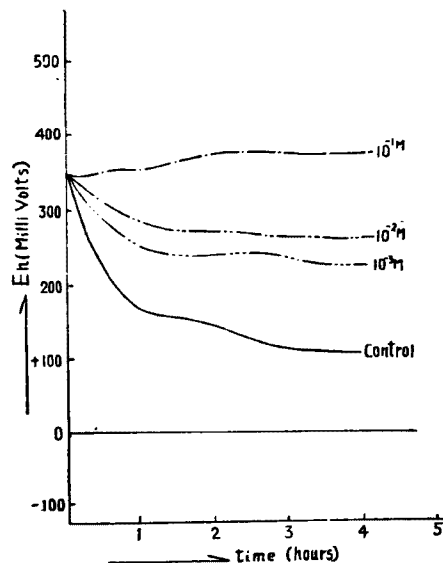
ホ) 基質を succinate $10^{-3}M$ にした場合 対照が4時間値+240 mV を示すに対し, $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では夫々+250 mV, +240 mV, +200 mV の値を示し対照と大差はないが1~2時間では一般に促進している (図16).

図 16. NaF succinate $10^{-3}M$ 

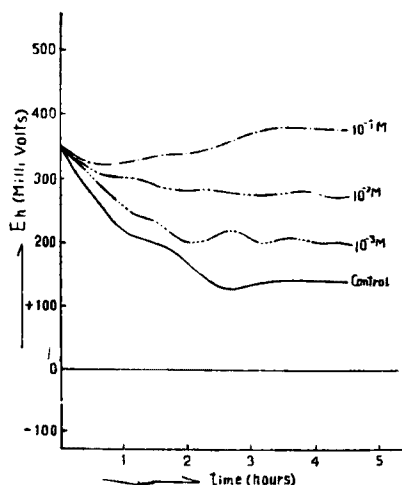
→ 基質を malate $10^{-3}M$ にした場合
 対照が 4 時間値 +180 mV の一定値を示すに対し、NaF $10^{-1}M$, $10^{-2}M$, $10^{-3}M$ では +250 mV 前後の値であり阻害効果を示している (図17).

図 17. NaF malate $10^{-3}M$ 

↑) 基質を glutamate $10^{-3}M$ にした場合
 対照が 4 時間値 +110 mV 値を示すに対し、NaF $10^{-1}M$, $10^{-2}M$, $10^{-3}M$ では夫々 +375 mV, +260 mV, +225 mV であり著しく阻害効果を示している (図18).

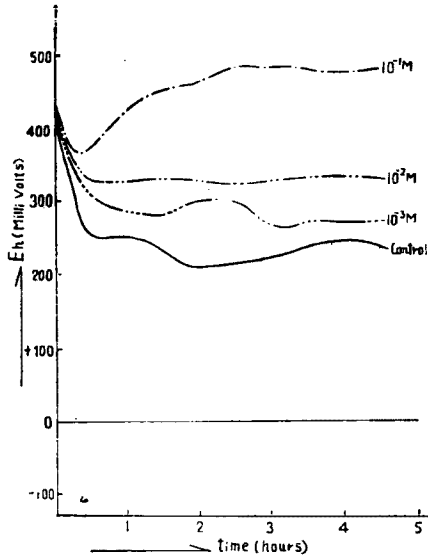
図 18. NaF glutamate $10^{-3}M$ 

↑) 基質を aspartate $10^{-3}M$ にした場合
 対照が 4 時間値 +150 mV を示すに対し、NaF $10^{-1}M$, $10^{-2}M$, $10^{-3}M$ では夫々 +375 mV, +275 mV, +200 mV とよく阻害効果を示している (図19).

図 19. NaF aspartate $10^{-3}M$ 

↑) 基質を alanine $10^{-4}M$ にした場合
 対照が 4 時間値 +235 mV であるに対し、NaF $10^{-1}M$, $10^{-2}M$, $10^{-3}M$ では +475 mV, +325 mV, +275 mV であり著しい阻害効果を示している (図20).

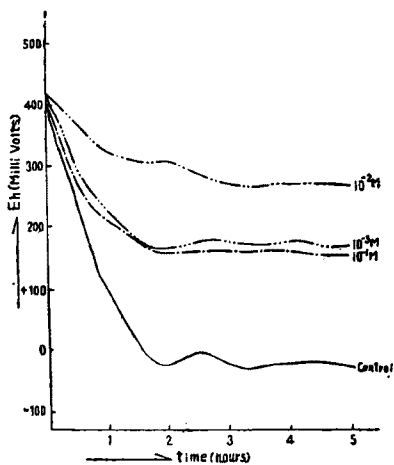
図 20. NaF alanine $10^{-4}M$



iii) 阻害剤として Na_3N を用いた場合の影響

イ) 基質を glucose $10^{-2}M$ にした場合
 対照が 4 時間値 $-25 mV$ に対し, Na_3N $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では夫々 $+275 mV$, $+175 mV$, $+150 mV$ であり著しく阻害作用を示している(図21).

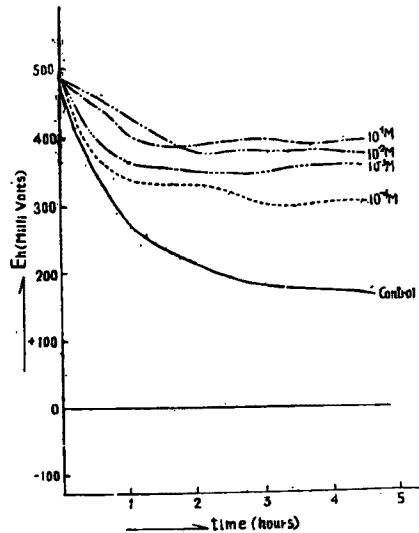
図 21. Na_3N glucose $10^{-2}M$



ロ) 基質を pyruvate $10^{-3}M$ にした場合
 対照 4 時間値 $+175 mV$ に対し, Na_3N $10^{-1}M$, $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ は夫々 $+380$

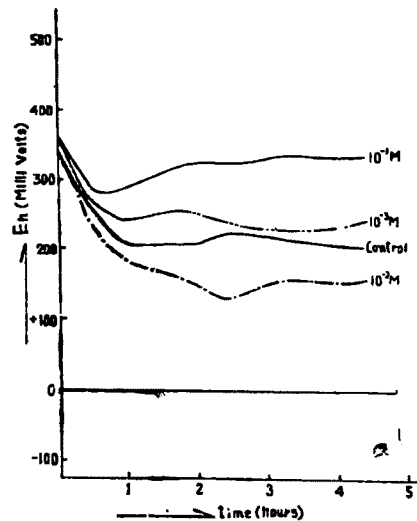
mV , $+375 mV$, $+350 mV$, $+300 mV$ 値で, 著しい阻害作用を示している(図22).

図 22. Na_3N pyruvate $10^{-3}M$



ハ) 基質を lactate $10^{-3}M$ にした場合
 対照 4 時間値 $+200 mV$ に対し, Na_3N $10^{-1}M$, $10^{-3}M$ では $+325 mV$, $+230 mV$ であり阻害作用を示しているが, $10^{-2}M$ では $+150 mV$ で逆に促進している(図23).

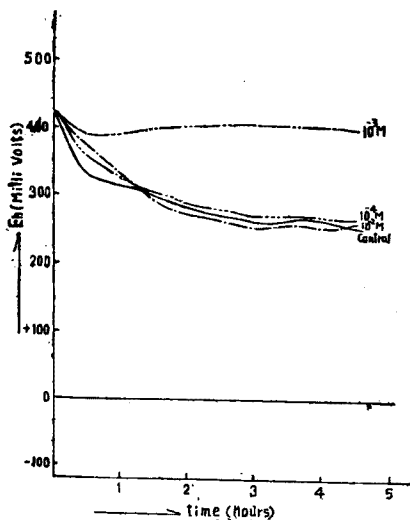
図 23. Na_3N lactate $10^{-3}M$



ニ) 基質を acetate $10^{-3}M$ にした場合
 対照 4 時間値 $+275 mV$ を示すに, $10^{-3}M$

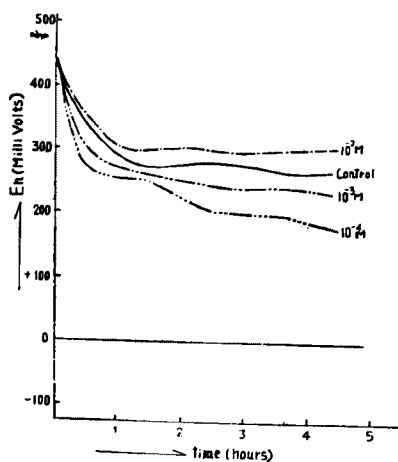
では+400 mV の一定値を示しよく阻害しているが、 $10^{-4}M$ 、 $10^{-2}M$ は対照と一致している(図24)。

図 24. Na_3N acetate $10^{-3}M$



ホ) 基質を succinate $10^{-3}M$ にした場合 対照 4 時間値 +275 mV を示すに対し、 $10^{-2}M$ で +300 mV と幾分阻害しているが、 $10^{-4}M$ 、 $10^{-3}M$ は各 +230 mV、+175 mV で逆に促進している(図25)。

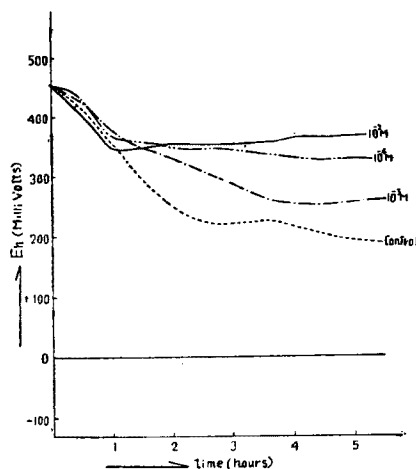
図 25. Na_3N succinate $10^{-3}M$



ヘ) 基質を malate $10^{-3}M$ にした場合 対照が 4 時間値 +200 mV を示すに対し、 Na_3N $10^{-2}M$ 、 $10^{-4}M$ 、 $10^{-3}M$ では夫々 +375

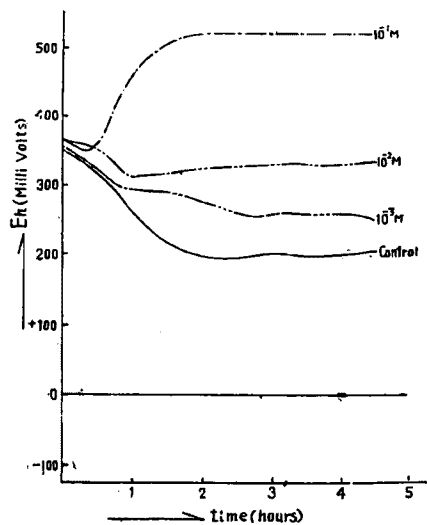
mV、+325 mV、+250 mV で阻害作用を示している(図26)。

図 26. Na_3N malate $10^{-3}M$



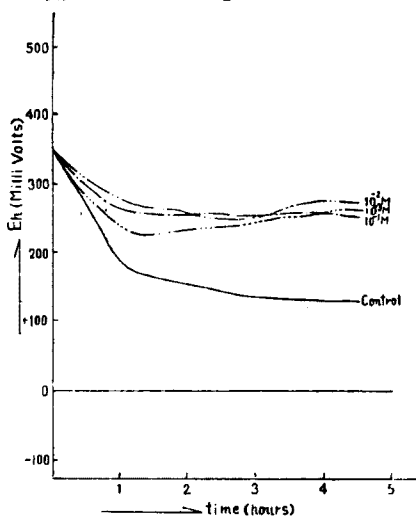
ト) 基質を glutamate $10^{-3}M$ にした場合 対照が 4 時間値 +200 mV を示すに対し、 Na_3N $10^{-1}M$ 、 $10^{-2}M$ 、 $10^{-3}M$ は夫々 +525 mV、+352 mV、+250 mV と著しく阻害作用を示し、 $10^{-1}M$ は著しく上昇している(図27)。

図 27. Na_3N glutamate $10^{-3}M$



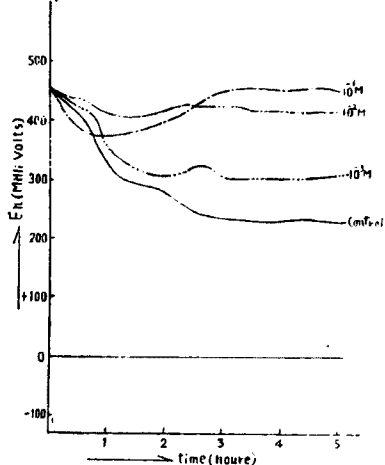
チ) 基質を aspartate $10^{-3}M$ にした場合 対照は 4 時間値 +125 mV を示すに対し、 Na_3N $10^{-2}M$ 、 $10^{-3}M$ 、 $10^{-1}M$ は +250 mV 前後でありよく阻害作用を示している(図28)。

図 28. $\text{Na}_3\text{N aspartate } 10^{-3}\text{M}$



リ) 基質を alanine 10^{-4}M にした場合
 対照が 4 時間値 +250 mV を示すに対し、
 $\text{Na}_3\text{N } 10^{-1}\text{M}, 10^{-2}\text{M}, 10^{-3}\text{M}$ では夫々 +450
 mV, +420 mV, +300 mV でよく阻害作用
 を示している(図29)。

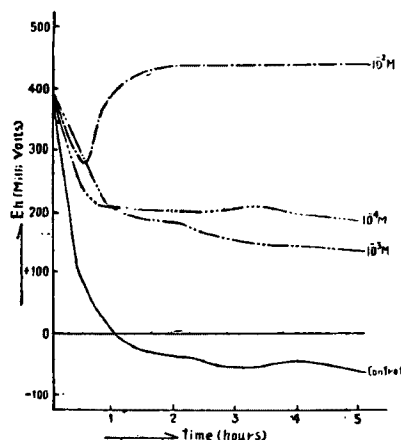
図 29. $\text{Na}_3\text{N alanine } 10^{-4}\text{M}$



iv) 阻害剤としてモノヨード醋酸を用い
 た場合の影響

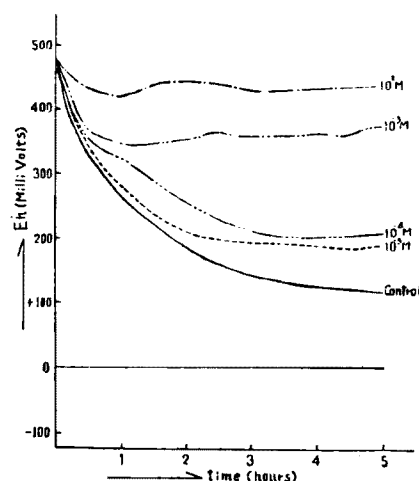
イ) 基質を glucose 10^{-2}M にした場合
 対照が 4 時間値 -50 mV を示すに対し、
 モノヨード醋酸 $10^{-2}\text{M}, 10^{-4}\text{M}, 10^{-3}\text{M}$ では夫
 々 +450 mV, +200 mV, +150 mV であ
 り著しく阻害作用を示している。 10^{-2}M では
 30分迄は降下するが以後上昇している(図30)。

図 30. モノヨード醋酸 glucose 10^{-2}M



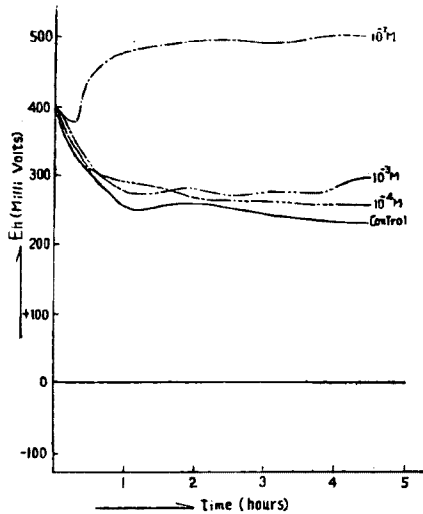
ロ) 基質を pyruvate 10^{-3}M にした場合
 対照 4 時間値 +125 mV を示すに対し、モ
 ノヨード醋酸 $10^{-2}\text{M}, 10^{-3}\text{M}$ は +425 mV,
 +350mV を示し、著しい阻害作用を示して
 いるが、 $10^{-4}\text{M}, 10^{-5}\text{M}$ は +200 mV, +180
 mV と中等度に阻害している(図31)。

図 31. モノヨード醋酸 pyruvate 10^{-3}M



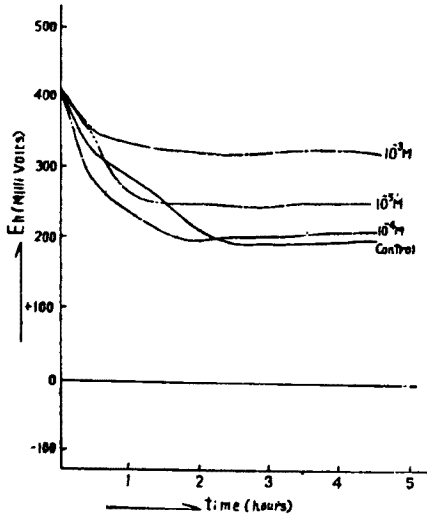
ハ) 基質を lactate 10^{-3}M にした場合
 対照 4 時間値 +225 mV を示すに対し、モ
 ノヨード醋酸 10^{-2}M では一端下降するが以
 後上昇し、 +500 mV と一定値を示し著しく
 阻害作用を示すが、 $10^{-3}\text{M}, 10^{-4}\text{M}$ では各+
 275 mV 前後の値を示し対照と大差がない
 (図32)。

図 32. モノヨード醋酸 lactate $10^{-3}M$



⇒ 基質を acetate $10^{-3}M$ にした場合
 対照 4 時間値 +200 mV と一定値を示すに
 対し、モノヨード醋酸 $10^{-3}M$, $10^{-5}M$ では各
 +325 mV, +250 mV と阻害作用を示し
 $10^{-4}M$ では +200 mV 値を示し対照と変らな
 い(図33).

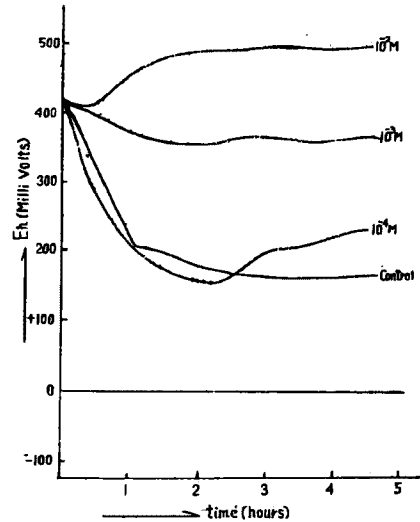
図 33. モノヨード醋酸 acetate $10^{-3}M$



⊃ 基質を succinate $10^{-3}M$ にした場合
 対照 4 時間値 +175 mV を示すに對し、モ
 ノヨード醋酸 $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では夫
 々 +500 mV, +375 mV, +240 mV であり
 阻害作用を示している。但し $10^{-4}M$ では 2

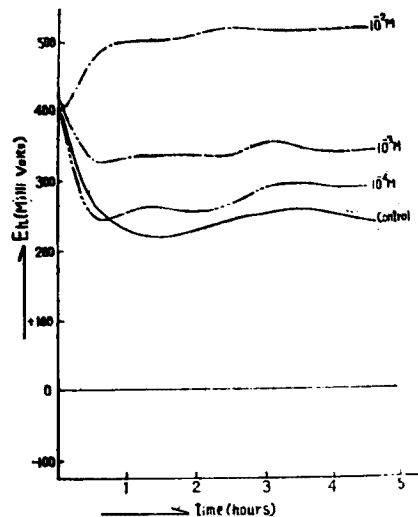
時間半頃迄は対照と大差ない電位を示した
 (図34).

図 34. モノヨード醋酸 succinate $10^{-3}M$



↵ 基質を malate $10^{-3}M$ にした場合
 対照 4 時間値 +250 mV を示すに對し、モ
 ノヨード醋酸 $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では夫
 々 +500 mV, +325 mV, +275 mV であり
 著しく阻害作用を示している(図35).

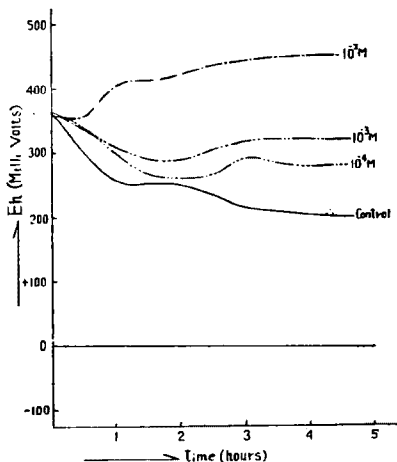
図 35. モノヨード醋酸 malate $10^{-3}M$



⊄ 基質を glutamate $10^{-3}M$ にした場合
 対照 4 時間値 +200 mV を示すに對し、モ
 ノヨード醋酸 $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では夫
 々 +450 mV, +310 mV, +275 mV であり阻

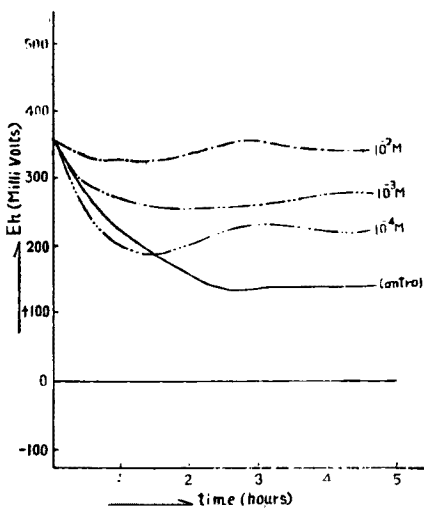
害作用を示している(図36).

図 36. モノヨード醋酸 glutamate $10^{-3}M$



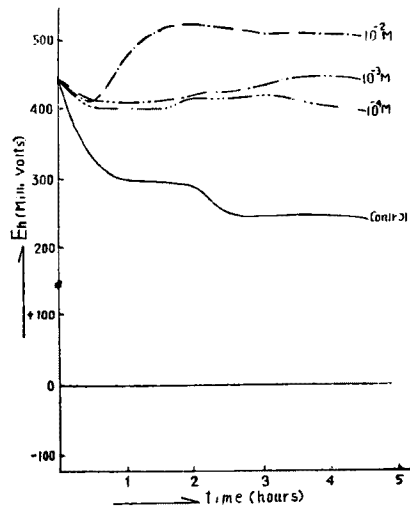
キ) 基質を aspartate $10^{-3}M$ にした場合
 対照 4 時間値 +150 mV を示すに対し, モ
 ノヨード醋酸 $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では夫
 々 +350 mV, +275 mV, +225 mV と阻害
 作用を示している(図37).

図 37. モノヨード醋酸 aspartate $10^{-3}M$



リ) 基質を alanine $10^{-4}M$ にした場合
 対照 4 時間値 +150 mV を示すに対し, モ
 ノヨード醋酸 $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では夫々
 +510 mV, +450 mV, +400 mV と著しい
 阻害作用を示している(図38).

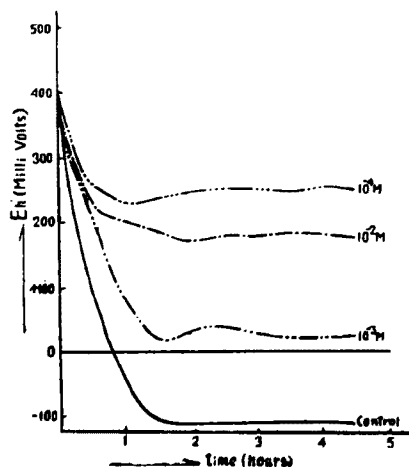
図 38. モノヨード醋酸 alanine $10^{-4}M$



ヴ) 阻害剤として, 2,4-D.N.P を用いた
 場合の影響

イ) 基質を glucose $10^{-2}M$ にした場合
 対照 4 時間値 -100 mV であるに対し,
 2,4-D.N.P $10^{-4}M$, $10^{-2}M$, $10^{-3}M$ では夫々
 +250 mV, +175 mV, +25 mV で著しい
 阻害作用を示している(図39).

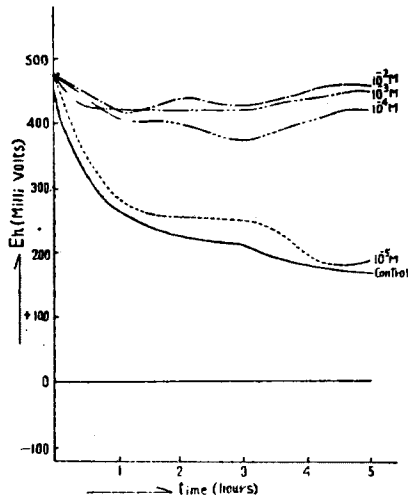
図 39. 2,4-D.N.P glucose $10^{-2}M$



ロ) 基質 pyruvate $10^{-3}M$ にした場合
 対照 4 時間値 +175 mV を示すに対し,
 2,4-D.N.P $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では夫々
 +450 mV, +440 mV, +400 mV であり,
 著しい阻害作用を示しているが $10^{-5}M$ では

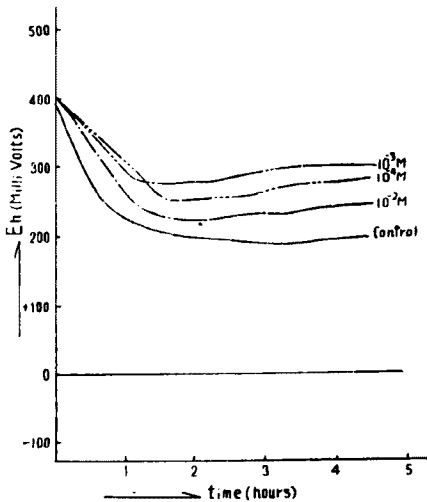
+175 mV で殆んど対照と同じである(図40).

図 40. 2,4-D. N. P pyruvate $10^{-3}M$



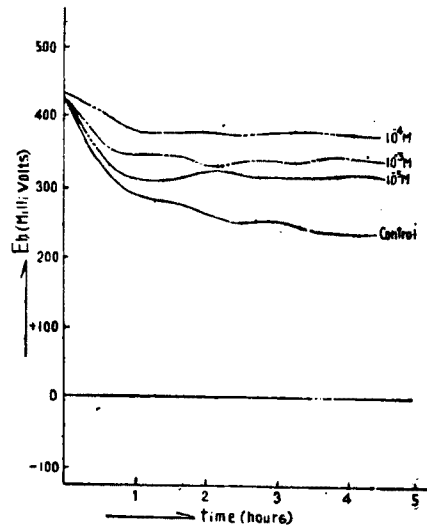
ハ) 基質を lactate $10^{-3}M$ にした場合
対照 4 時間値 +200 mV を示すに対し,
2,4-D. N. P $10^{-3}M$, $10^{-4}M$, $10^{-2}M$ では夫々
+300 mV, +275 mV, +250 mV であり阻
害作用を示している(図41).

図 41. 2,4-D. N. P lactate $10^{-3}M$



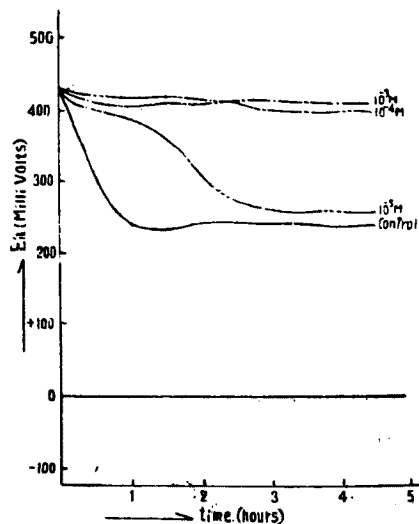
ニ) 基質を acetate $10^{-3}M$ にした場合
対照 4 時間値 +225 mV を示すに対し,
2,4-D. N. P $10^{-4}M$, $10^{-3}M$, $10^{-5}M$ では夫々
+375 mV, +325 mV, +310 mV であり阻
害作用を示している(図42).

図 42. 2,4-D. N. P acetate $10^{-3}M$



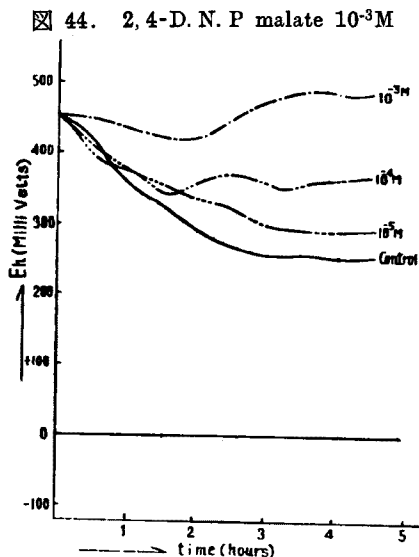
ホ) 基質を succinate $10^{-3}M$ にした場合
対照 4 時間値 +225 mV を示すに対し,
2,4-D. N. P $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では各凡そ+400
mV 一定値を示し著しく阻害しているが
 $10^{-5}M$ では+250 mV であまり阻害してい
ない(図43).

図 43. 2,4-D. N. P succinate $10^{-3}M$

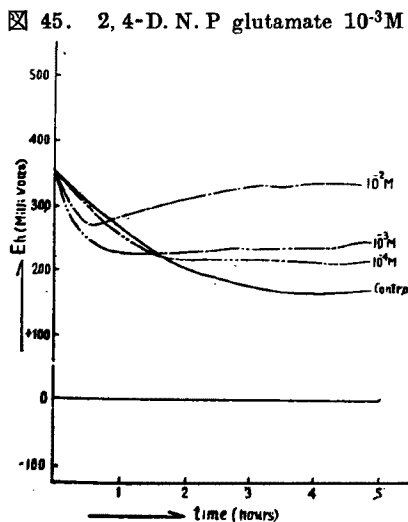


ヘ) 基質を malate $10^{-3}M$ にした場合
対照 4 時間値 +250 mV を示すに対し,
2,4-D. N. P $10^{-3}M$, $10^{-4}M$, $10^{-5}M$ では夫々
+480 mV, 375 mV, 300 mV であり著しい

阻害作用を示している(図44).

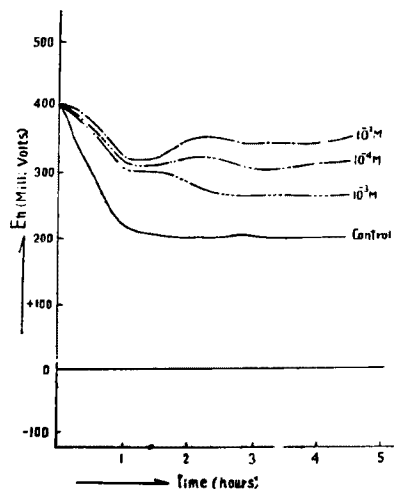


ト) 基質を glutamate $10^{-3}M$ にした場合
 対照4時間値 +275 mV であるが, 2,4-D. N. P $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では夫々 +325 mV, +225 mV, +210 mV であり, 中等度の阻害作用を示している(図45).



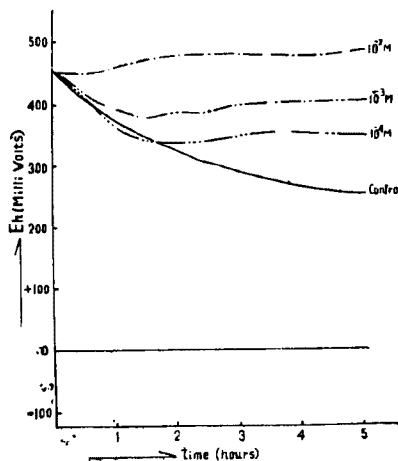
ク) 基質を aspartate $10^{-3}M$ にした場合
 対照が4時間値 +200 mV の一定値を示す
 に対し, 2,4-D. N. P $10^{-2}M$, $10^{-4}M$, $10^{-3}M$ では夫々 +350 mV, +300 mV, +250 mV と中等度の阻害作用を示している(46).

図 46. 2,4-D. N. P aspartate $10^{-3}M$



リ) 基質を alanine $10^{-4}M$ にした場合
 対照が4時間値 +250 mV を示すに対し,
 2,4-D. N. P $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$ では夫々
 +425 mV, +400 mV, +350 mV と阻害作用
 を示している(図47).

図 47. 2,4-D. N. P alanine $10^{-4}M$



III. 総括及び考按

1) 河田¹⁾は動物組織を使用して, 組織呼吸の電位を, succinate, citrate, malate を基質にした時の Mg^{++} の促進作用を検討し, その効果はないと述べているが, 著者の場合 glucose を基質にした場合 $MgSO_4$ を各種濃度に添加するとその濃度に従って電位の下降

は著しい促進がみられ、之は glucose より pyruvate に至る間に Mg^{++} を必要とし ATP \rightleftharpoons ADP に関する 3 種²⁾⁻⁴⁾の酵素又は phosphoglucumutase⁵⁾, enolase⁶⁾, phosphoglyceric mutase⁷⁾ 等の作用促進が反映しているものと

考えられる。又 pyruvate に於いても Mg^{++} による酵素活性化が反映されている。

2) 次に本実験において得られた電位の下降に及ぼす影響について基質と各阻害剤の濃度別の関係を纏めて次表に示した。

阻害剤 (M)	基 質	glucose	pyruvate	lactate	acetate	succinate	malate	glutamate	aspartate	alanine
KCN	10 ⁻¹	卅					±			
	-2	卅	卅	卅	卄	卅	卄	卄	卅	卅
	-3	卅	±	卄	卄	±	卅	卄	±	±
	-4		-	卄	-	-		-	-	-
	-5		-	-	-	-		-		
NaF	10 ⁻¹	卅	卅	+	卄	≡	+	卅	卅	卅
	-2	卅	卅	±	卄	±	+	卄	卄	卄
	-3	+	卄	±	±	-	+	卄	+	+
	-4									
	-5									
NaN	10 ⁻¹	卄	卅	卄				卅	卄	卅
	-2	卅	卅	-	±	+	卄	卄	卄	卄
	-3	卄	卅	±	卄	-	+	+	卄	-
	-4		卄		±	≡	卄			
	-5									
モノヨード 酪 酸	10 ⁻¹									
	-2	卅	卅	卅		卅	卅	卅	卅	卅
	-3	卄	卄	±	卄	卄	卄	+	卄	卄
	-4	卄	+	±	±	±	+	卄	+	+
	-5		+		+					
2,4-D. N. P	10 ⁻¹									
	-2	卄	卅	+					卅	卅
	-3	+	卅	卄	+	卄	卅	卅	+	卄
	-4	卅	卄	+	卄	卄	卄	+	卄	+
	-5		±		+	+	+	+		

卅 (著しく阻害されている) ± (対照と変らない) 卄 (中等度に阻害されている)
 - (逆に促進している) + (軽度に阻害されている) ≡ (著しく促進している)

i) KCN は, cytochrom oxidase の活性の中心である鉄ポルフィリン系呼吸酵素を阻害⁸⁾するといわれているが、電位の下降は glucose の場合は 10⁻¹M, 10⁻²M, 10⁻³M の各濃度で, pyruvate, lactate, succinate, aspartate, alanine では 10⁻²M で, malate では 10⁻³M で著しく阻害されている。acetate, glutamate は 10⁻²M, 10⁻³M で中等度に阻害されている。但し pyruvate, acetate, succinate, glutamate, aspartate, alanine では 10⁻⁴M 濃度は逆に促

進している。lactate, acetate, glutamate 10⁻⁵M でも同様に促進している。

ii) NaF は金属特に Mg^{++} に関する酵素をなかでも enolase¹⁰⁾ を強く阻害するといわれているが、glucose, pyruvate では 10⁻¹M, 10⁻²M, glutamate, aspartate, alanine では 10⁻²M で著しく, malate では 10⁻¹M, 10⁻²M, 10⁻³M で軽度に阻害され, succinate では各濃度とも阻害はみられず, acetate では 10⁻¹M, 10⁻²M で中等度に lactate では 10⁻¹M で軽度

に阻害されている。

iii) $\text{Na}_3\text{N}^{11)}$ は cytochrom 系を阻害するといわれているが, glucose, pyruvate, glutamate, aspartate, alanine と 10^{-1}M , 10^{-2}M , 10^{-3}M で阻害している。malate では 10^{-2}M , 10^{-4}M で著しく, 10^{-3}M で中等度に阻害している。lactate では 10^{-1}M で阻害を示すが 10^{-2}M , 10^{-3}M はその効果はなく, succinate では 10^{-2}M で軽度に阻害効果を示すが 10^{-3}M , 10^{-4}M では逆に促進を示している。acetate では 10^{-3}M で中等度に阻害するが 10^{-2}M , 10^{-4}M では効果はみられない。

iv) モノヨード醋酸は, フラビン酵素¹²⁾を阻害するといわれているが, このフラビン酵素は glutamate, aspartate, oxaloacetate, malate の酸化機構に関与しているのであるが, 10^{-2}M では各基質とも著しく阻害されている。その他の濃度でも lactate 以外では阻害効果を示している。acetate, succinate の場合も 10^{-4}M では阻害は行われていない。

v) 2,4-D. N. P は酸化的磷代謝¹³⁾を阻害するといわれるが, pyruvate, glutamate, aspartate, alanine では 10^{-2}M で, malate では 10^{-3}M で, glucose では 10^{-4}M で著しく阻害されている。acetate, succinate では 10^{-4}M で阻害されている。一般的に各基質ともよく阻害している。lactate 10^{-3}M では中等度に阻害している。

3) 以上5種の阻害剤の作用は, 赤沢¹⁴⁾, 新沢¹⁵⁾の述べている呼吸における酸素消費量よりみた阻害効果に相似している。

V. 結 論

Sal. typhi 57 S 50 mg を使用して, 数種塩類加溶液 (pH 7.2) 浮游液において, 各基質における酵素促進剤及び阻害剤の電位に及ぼす影響を検討し次の結論を得た。

1) Mg^{++} は 10^{-4}M 以上の各濃度にて, glucose, pyruvate を基質にした場合, 電位の下降に促進がみられた。

2) KCN の 10^{-2}M では, 各基質とも 10^{-3}M では, pyruvate, succinate, aspartate, alanine を除く各基質で, 10^{-4}M では lactate に於いてのみ阻害した。

3) NaF は succinate, lactate を除き 10^{-3}M 以上の高濃度で各基質において阻害効果を示した。但し succinate に於いても 10^{-1}M では阻害効果を示した。

4) Na_3N の各濃度は, lactate, acetate, succinate を除き阻害効果を示した。但し lactate にては 10^{-1}M , acetate にては 10^{-3}M , succinate にては 10^{-2}M の濃度にて, 阻害効果を示した。

5) モノヨード醋酸は, lactate にては 10^{-3}M , 10^{-4}M , succinate, acetate では 10^{-4}M を除き, 各濃度とも阻害効果を示した。

6) 2,4-D. N. P. は各濃度, 各基質において阻害効果を示した。

7) 5種の阻害剤は呼吸における酸素消費量よりみた阻害効果に相似している。

終りに臨み, 終始御懇篤なる御指導と御校閲を頂いた, 恩師村上教授に深甚の謝意を表し, 併せて種々御協力をして下さった, 金政, 寺坂, 矢部の諸先生並びに小野, 青山の両氏に厚く御礼申上ます。

文

- 1) 河田: 生化学雑誌, 26巻, 1号, 67.
- 2) Lutwak-Mann, C. and T. Mann: Bioch. Jour., 8, 281, 140 (1935)
- 3) Cohen, P. P., Lichstein, H. C.: J. Biol. Chem., 157, 85.
- 4) Boyer, P. D.: J. Biol. Chem., 149, 529.
- 5) Najjar, V. A.: J. Biol. Chem., 175, 281 (1948)
- 6) Warburg, O. and Christiah, W.: Biochem

献

- Z. 310, 384 (1942)
- 7) Coli, C. F.: J. Biol. Chem., 181, 153.
- 8) Warbusg, O.: Biochem Z. 177, 471.
- 9) Neland and Stumpf: 酵素化学概論 (朝倉書店) 101.
- 10) Meyerhof, O. and Lohmann, K.: Biochem Z. 271, 89.
- 11) Stephenson: 細菌の代謝 (丸善出版KK) 22.
- 12) 鬼貫: 醗酵化学 (共立全書) 119.

13) Hotchkiss, R. D.. Adv. Enzymol., 4, 153.

15) 新沢 : 岡山医学会雑誌, 68, 5, 369 (1956)

14) 赤沢 : 岡山医学会雑誌, 66, 1009 (1954)

Oxidation-Reduction Potential in Relation to Growth of *Salmonella typhi*

II :

Influence of Various Enzyme-Activators and -Inhibitors on Oxidation-Reduction Potential

By

Kazuo Akita

Department of Microbiology, Okayama University Medical School
(Director: Professor Dr. Sakae Murakami)

In the present part, the influence of various enzyme-activators and -inhibitors on oxidation-reduction potential was studied. The salt solution (pH 7.2) was used as the fundamental culture medium; *Salmonella typhi* 57 S as the test organism. The results were as follows:

1) In the medium of glucose or pyruvate Mg^{++} of the concentration over $10^{-4}M$ accelerated the fall of potential.

2) $10^{-2}M$ KCN inhibited the fall of potential in the media of all the substrates tested, whereas $10^{-3}M$ inhibited it in those of the substrates other than pyruvate, succinate, aspartate and alanine, and $10^{-4}M$ inhibited only in that of lactate.

3) NaF of the concentrations over $10^{-3}M$ inhibited the fall of potential in the media of the substrates other than lactate, acetate and succinate. $10^{-1}M$ NaF, however, showed some inhibition even in that of succinate.

4) NaN_3 of all concentrations inhibited the fall of potential in the media of all the substrates other than lactate, acetate and succinate. However, $10^{-1}M$ in the medium of lactate, $10^{-3}M$ in that of acetate, $10^{-2}M$ in that of succinate inhibited the fall of potential.

5) Monoiodoacetic acid of the concentrations over $10^{-3}M$ inhibited the fall of potential in the medium of lactate, that over $10^{-4}M$ inhibited it in that of succinate.

6) 2,4-Dinitrophenol of all the concentrations tested inhibited the fall of potential in the media of all the substrates tested.

7) The inhibitive action of these five sorts of inhibitors to the fall of potential resembled their action to the oxygen consumption of *Salmonella typhi*.
